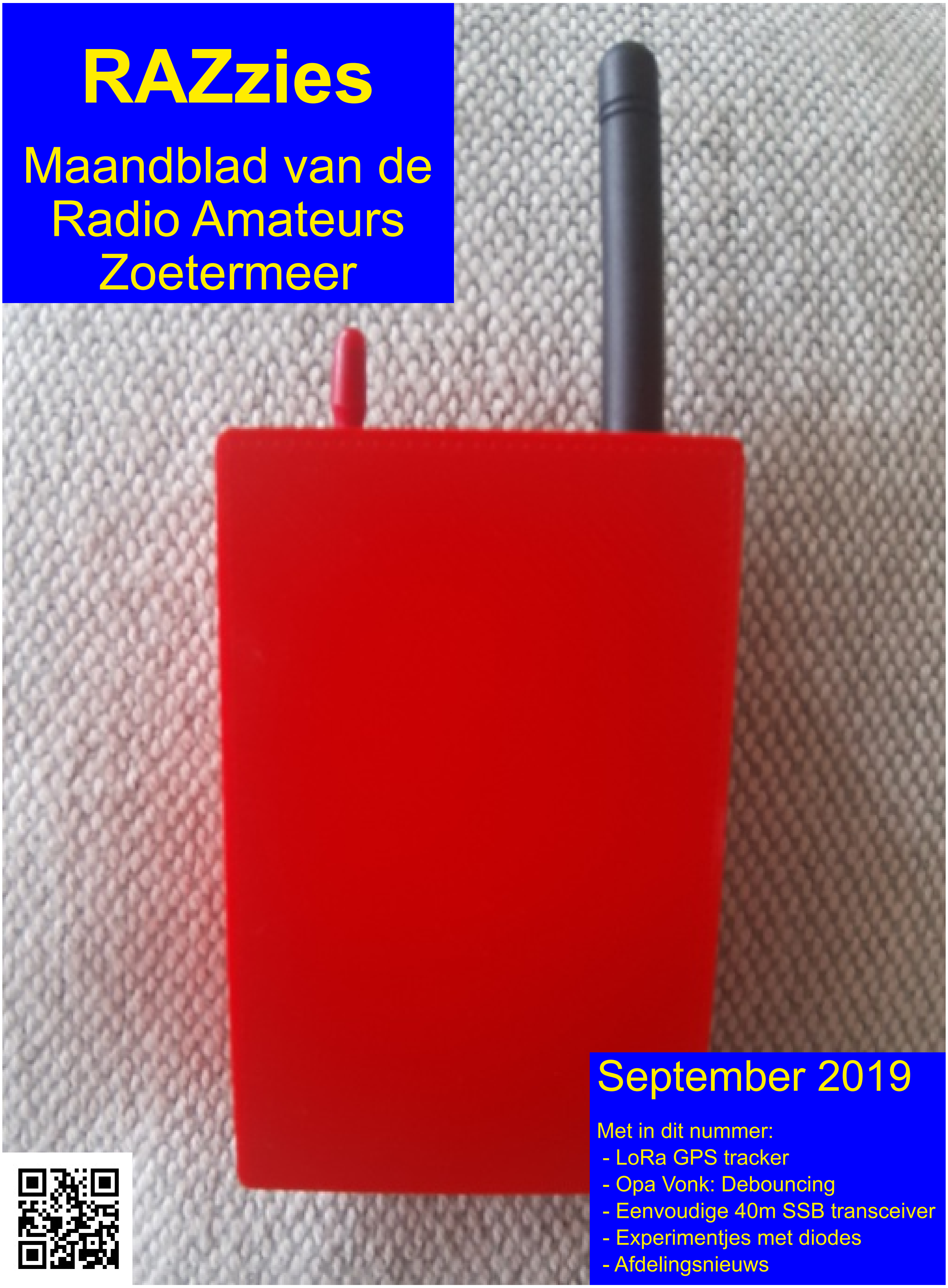
RAZzies

Maandblad van de Radio Amateurs Zoetermeer



September 2019

Met in dit nummer:
- LoRa GPS tracker
- Opa Vonk: Debouncing
- Eenvoudige 40m SSB transceiver
- Experimentjes met diodes
- Afdelingsnieuws

Colofon

RAZzies is een uitgave van de Radio Amateurs Zoetermeer. Bijeenkomsten van de Radio Amateurs Zoetermeer vinden plaats op elke tweede en vierde woensdag van de maanden september - juni om 20:00 uur in het clubhuis van de Midgetgolfclub Zoetermeer in het Vernède sportpark in Zoetermeer.

Website:

http://www.pi4raz.nl

Redactie:

Frank Waarsenburg
PA3CNO
pa3cno@pi4raz.nl

Eindredactie:

Robert de Kok
PA2RDK
pa2rdk@pi4raz.nl

Informatie:

info@pi4raz.nl

Kopij en op- of aanmerkingen kunnen verstuurd worden naar razzies@pi4raz.nl

Nieuwsbrief:

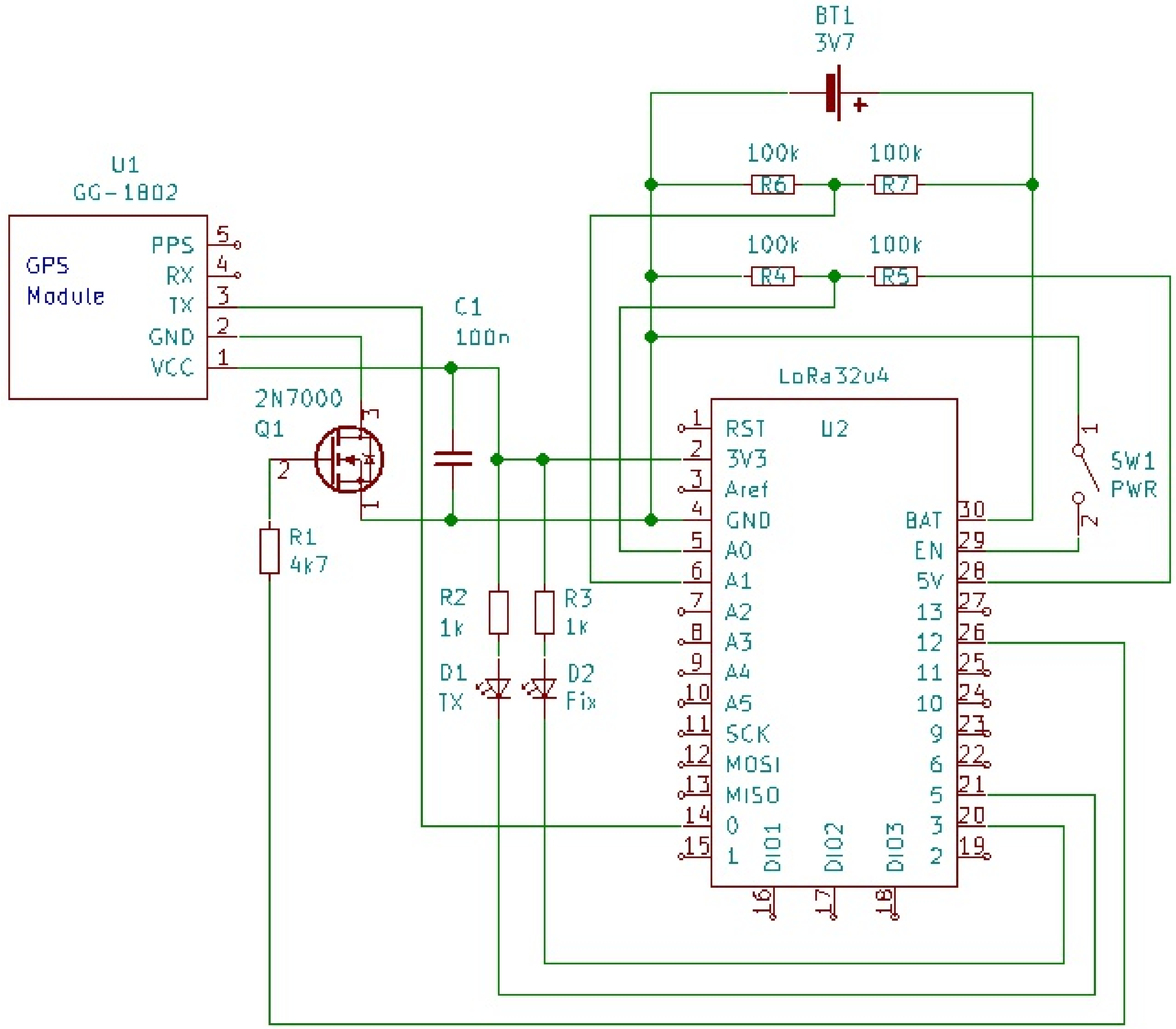
http://pi4raz.nl/maillist/subscribe.php

Van de redactie

De schoolvakanties zijn weer achter de rug, waarbij we bijna 3 van de 6 weken kleinkinderen te logeren hadden. Dat mijn technisch-wetenschappelijke benadering van kindervragen niet altijd de juiste aanpak is, is me weer eens pijnlijk duidelijk geworden. Mijn kleinzoon van 5 werd door zijn oma naar mij doorverwezen met zijn vraag waar de regen nou eigenlijk vandaan kwam. Ik zei hem dat regen het gevolg was van het verdampen van het water in de zee en meren door de warmte van de zon, waardoor wolken ontstonden en die...
Hij keek me met grote ogen aan en schudde heftig van nee. "Wolken zijn van schapen gemaakt!" riep hij. Ik moest glimlachen om het misverstand en legde hem uit dat er weliswaar wolken zijn die wij schapenwolken noemen, maar dat wolken toch echt uit waterdamp bestonden. Ik nam hem mee naar de keuken om hem met behulp van de waterkoker en een koud bord te laten zien hoe het hele natuurkundige proces van verdamping en condensatie werkte, maar nog voordat het water kookte barstte hij in huilen uit en rende naar zijn oma. "Opa zegt dat de wolken niet van schapen gemaakt zijn maar dat is niet waar!" herhaalde hij nog maar eens. Mijn poging tot op natuurkundige feiten gebaseerde educatie was volledig mislukt. De wereld van een kind van 5 is nog redelijk overzichtelijk.
Sinterklaas bestaat.
En wolken zijn van schapen gemaakt.

LoRa GPS tracker

Vanwege het feit dat het QRL gedreigd had met een veroordeling tot het openbaar vervoer middels het opeisen van mijn leasebak per afgelopen 24 juni, was ik begonnen met me te verdiepen in de werking van de LoRa tracker van Robert PA2RDK zodat op APRS zichtbaar zou worden waar mijn trein gestrand was. Zie ook Robert's artikelen over LoRa in de RAZzies van augustus en september 2018. Uiteindelijk kreeg ik vrijspraak en een nieuwe auto, maar inmiddels was de bouw van de LoRa tracker in gang gezet en wilde ik dat toch maar doorzetten. Daarbij hielp Robert me op weg met een 3D-geprint kastje wat hij nog had, en een LiPo accu die precies in een daarvoor gemaakte uitsparing van het kastje paste. Bij AliExpress bestelde ik een LoRa32u4 en een fraaie GPS module met zowel GPS als Russische Glonass ontvangst, en bij Conrad naast nog wat onderdelen voor een ander project een groene en een rode LED van 2x5mm, want die had ik niet op voorraad en daar was het kastje op berekend (ik heb alleen maar ronde LEDs...). In eerste instantie had ik last van wat onduidelijkheden in Robert's handgemaakte tekening, maar na wat correspondentie over en weer heb ik daar uiteindelijk een bruikbaar schema uit gedestilleerd. Het resultaat daarvan zie je op de volgende bladzijde.



Ten opzichte van Robert's tekening zijn er een paar dingen aangepast. Allereerst ontbrak de verbinding tussen de Tx aansluiting van de GPS module en de Rx (pen 14) van de LoRa32u4. Daarnaast had hij 1 weerstand van 1k gebruikt voor de twee LEDs. Maar dat kan in de praktijk niet goed gaan, omdat een groene LED een minstens 0,2V hogere doorlaatspanning heeft dan een rode. De groene LED zal dus uit gaan als de rode gaat branden. Dat wilde ik niet, en wat kost nou een extra weerstand. Dus heeft nu elke LED zijn eigen weerstand. Tenslotte de spanningsdelers. Daar hebben we ook nog wel wat woorden aan gewijd, want in de software wordt niet helemaal duidelijk wat daarvan nou precies de bedoeling is. Inmiddels heb ik dat uitgevlooid en de conclusie is als volgt:

De spanningsdeler R6 en R7 is bedoeld om de batterijspanning meetbaar te maken voor de processor. Omdat de referentie van de processor 3,3V is en de accu onder lading wel meer dan 4V kan worden, is voorzien in een spanningsdeler. De software doet er echter niets mee, anders dan de waarde van de accu weergeven op de seriële (USB) interface. Ik was niet van plan met een computer aan de tracker te gaan lopen, dus die toevoeging kan je gevoegelijk weglaten. Bovendien trekt die spanningsdeler permanent stroom uit de accu, en hoewel dat niet veel is, loopt de accu bij langdurig niet gebruiken daar wel over leeg. Ik

zeg altijd: met een druppelende kraan krijg je ook je huis onder water. Als je maar lang genoeg wacht.

De tweede spanningsdeler met R4 en R5 was in Robert's tekening niet voorzien, maar in de software gek genoeg wél. Daar staat ergens een statement dat als ingang A0 boven een bepaalde waarde komt, hij eens in de minuut een baken uit blijft zenden. Dus bij externe voeding (via de USB poort) blijft hij sneller bakens uitzenden dan in het geval hij puur op de accu draait. Ik heb die spanningsdeler er nu wel ingezet, omdat ik de functie van de tracker aan kan passen als een externe voeding aangesloten wordt. Later meer daarover.

Die USB aansluiting wordt tevens gebruikt om de accu te laden. Daarvoor is een laadcircuit voorzien op de 32u4 print, zodat je de accu niet los hoeft te halen om te laden. Om de USB aansluiting te kunnen bereiken, is in het 3D geprinte kastje een uitsparing voorzien waar de stekker van een USB-mini snoertje in past. Dus het kastje hoeft zelfs niet open.

Alweer met Robert's hulp maakte ik een account aan bij The Things Network, creëerde een applicatie en een device (lees voor de details vooral die twee artikelen van Robert nog eens door), voerde de daar gegenereerde keys in in de sourcecode, kwam er toen achter dat ik om te kunnen compileren een extra plugin in de Arduino IDE moest laden en toen ook dat was opgelost kon de 32u4 geprogrammeerd worden. Ik zette het kastje aan en wachtte in spanning af. De rode LED bleef echter branden, wat ik ook deed. Nader onderzoek wees uit dat ik vermoedelijk met mijn statische Chinese soldeerbout uitgang 5 van de 32u4 gemold had, want uitgang 6 deed het wel. Gelukkig zijn er genoeg ongebruikte uitgangen...

Uiteindelijk kreeg de tracker een fix, en viel meteen in slaap. Daar kom ik zo nog even op. Ik experimenteerde er flink op los, veranderde de software tijdelijk zodat hij bakens uit bleef zenden, maar wat er ook gebeurde: ik verscheen niet op de kaart. Nou moet je weten dat ik voor het laatste stukje - het aanleveren van de LoRa data die door mijn applicatie op The Things Network uit mijn tracker gehaald is, aan aprs.fi - ik gebruik maak van een server van Robert zodat ik niet dat wiel zelf nog een keer uit zou moeten vinden. En laat hij nou op die zaterdag dat ik met die tracker bezig was, net onderhoud aan die server aan het doen zijn...

Uiteindelijk verscheen de tracker op de kaart. Mission accomplished zou je zeggen. Maar ik was niet tevreden. De software zat zo in elkaar dat bij snelheden van meer dan 2km/uur de tracker vrijwel continu in de lucht was en elke paar seconden bakens uitzond. Tussen de 1 en 2km/uur zond hij nog maar eens per minuut een baken uit, en daaronder (dus als je stil stond) ging hij 5 minuten in slaap om daarna te kijken of er nog bewogen werd. Zoniet, was hij weer 5 minuten weg. Dat was bijzonder hinderlijk. Was ik de hond aan het uitlaten, en stond ik even stil om het beest een parkeerhaven te laten vullen (het is een grote hond), dan viel de tracker in slaap en aangezien de hond niet zover meer wenst te lopen vanwege haar leeftijd, was ik alweer thuis tegen de tijd dat de tracker weer eens om zich heen ging kijken hoe de wereld er bij stond. Ook in de auto was het niet fijn: stond ik voor het verkeerslicht te wachten om de A12 op te draaien, dan viel de tracker voor 5 minuten in slaap. Maar in die 5 minuten reed ik makkelijk naar de afslag Rijswijk vanuit Zoetermeer, zonder dus bakens uit te zenden. Niet handig.

Dus fröbelde ik er een stukje software bij dat gedurende de eerste 5 minuten na het detecteren van stilstand, elke 30 seconden nog even ontwaakt om te zien of er alsnog bewogen wordt. Gebeurt er die eerste 5 minuten helemaal niets qua beweging, dan vervalt hij alsnog in slaapperioden van 5 minuten. En dan bedoel ik ook echt slaap: de processor wordt in slaap gebracht met een speciaal commando waarbij zijn stroomverbruik terugloopt tot in de micro-Ampères. De GPS is dan al uitgeschakeld door Q1. Dat slapen kan maar voor maximaal 8 seconden. Dus wordt er gebruik gemaakt van

een wachtlus, die een x aantal malen doorlopen wordt afhankelijk van de gewenste slaaptijd. In dit geval slaapt hij 4 seconden, zet dan de groene LED aan, slaapt weer 60ms en zet dan de LED weer uit. In de praktijk zie je dus dat de LED elke 4 seconden even flitst. Door gebruik te maken van deze "sleep" mode wordt veel efficiënter met de accu omgegaan dan bij het gebruik van de delay() functie, waarbij de processor ook niets doet, maar wel veel energie staat te verstoken. Door deze toevoeging zou het probleem van het onmiddellijk voor 5 minuten in slaap vallen als je maar éven stil staat, van de baan moeten zijn.

Tot zover de theorie. Maar dat was natuurlijk weer niet de praktijk. In de praktijk blijken GPS modules bijzonder instabiel te zijn als ze niet bewegen. Niet alleen qua positie (kijk maar eens op aprs naar mijn tracker CNOGPS als hij stil staat. Hij danst rond de positie waar hij zich werkelijk bevindt) maar ook qua snelheid. Vooral als het GPS signaal zwak is, en er daarom wellicht ook minder satellieten in beeld zijn, blijkt de snelheid te variëren van inderdaad stilstand tot wel 7km/uur aan toe. Wat ook niet meehelpt, is dat de GPS na elke meting spanningsloos gemaakt wordt door de schakeling. En de eerste waarneming na het inschakelen van de voeding is niet altijd de beste. Het gevolg daarvan was dat in die 10 keer dat hij gedurende die eerste 5 minuten na het in slaap vallen nog ontwaakt, er altijd wel een meting was die een snelheid van meer dan 1km/uur liet zien, waarna die eerste 5-minuten timer weer gereset werd en hij dus eigenlijk permanent eens in de 30 seconden wakker werd in plaats van uiteindelijk eens in de 5 minuten. Lag die instabiliteit nou aan mijn GPS module? Tijd voor wat onderzoek.

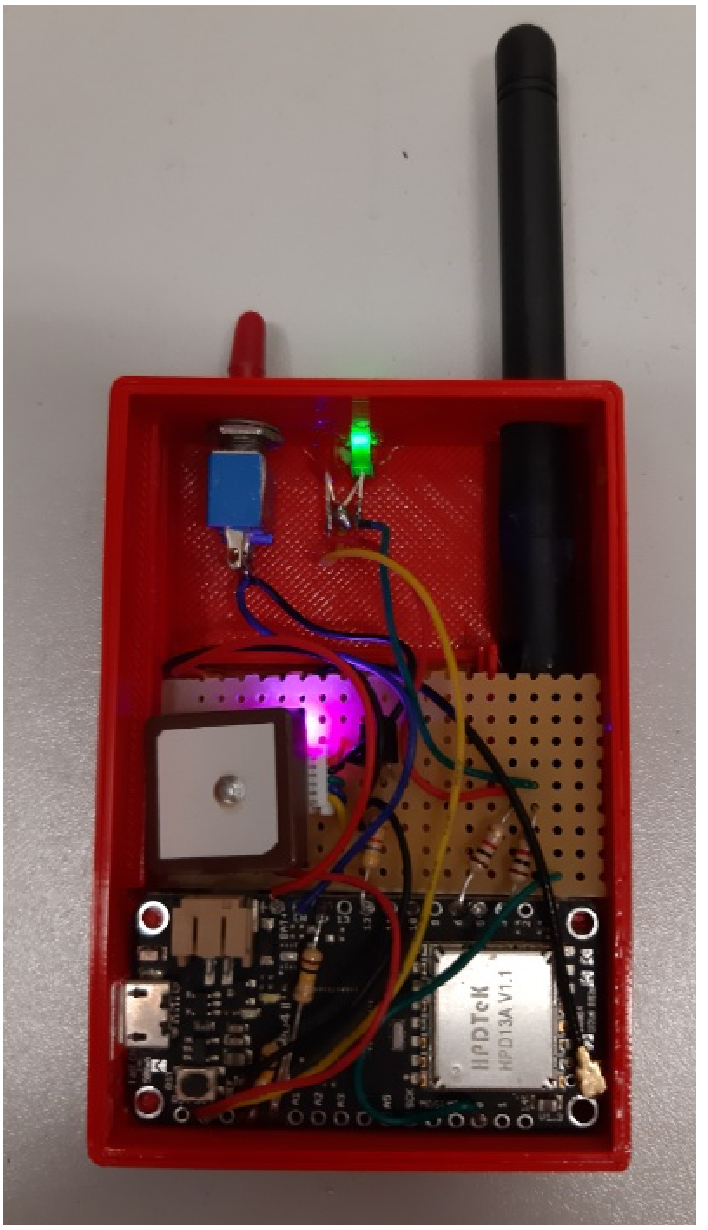
Nee, het lag niet aan mijn module. In het kader van het rekeningrijden zijn er in binnen- en buitenland uitgebreide studies geweest naar de fouten die GPS modules maken bij het vaststellen van de positie en de snelheid. Voor die fouten zijn meerdere oorzaken aan te wijzen: het aantal satellieten dat "gezien" wordt, de positie van de satellieten (aan de horizon geven ze meer fouten omdat de weg door de atmosfeer dan langer is), plaatsing van de antenne, baan van de satelliet, klok- en ontvangerproblemen, atmosferische en ionosferische variaties, multi-pad reflecties, en blocken van de ontvangeringang, om er een paar te noemen. Een stel onderzoekers van het Georgia Institute of Technology heeft daar eens de tanden in gezet, en kwamen met het rapport "Smoothing Methods Designed to Minimize the Impact of GPS Random Error on Travel Distance, Speed, and Acceleration Profile Estimates". Heel leerzaam leesvoer, waaruit te distilleren is dat het Modified Kalman filter de beste resultaten geeft bij het uitmiddelen van waarnemingsfouten. Alleen, dat soort filters gaan uit van een constante stroom data met regelmatige intervallen waardoor je een soort voorspelling kan doen waar een waarde ongeveer zou moeten liggen. Maar als je 5 minuten niet gemeten hebt, en daarna eens om je heen gaat kijken, werken dat soort middelingsmethoden niet omdat de populatie van waarnemingen te klein is. Dus gaan dit soort filtermethoden in deze toepassing niet op.

Maar het idee was natuurlijk wél goed: gebruik meerdere waarnemingen om de uitschieters te bepalen en/of te elimineren. Ik paste de software zo aan dat hij in plaats van 1 meting, er 3 deed (instelbaar overigens), en deze 3 metingen in een tabelletje stopte. Daarna sorteerde ik de tabel van klein naar groot en nam altijd de laagste meting. In mijn geval gaat het niet om een absoluut correcte waarde, maar wil ik weten of ik stil sta of nog beweeg. Mijn redenatie was dat snelheidsuitschieters bij stilstand altijd naar boven zouden zijn, en dus de kleinste waarde het dichtst bij de waarheid kwam. Dat werkte een stuk beter. Het goede nieuws is dat de tracker nu inderdaad bij stilstand zonder problemen na de eerste 5 minuten in slaapperioden van 5 minuten vervalt, en dat ook blijft als de tracker stil staat. Hij gaat nu de hele dag mee op 1 acculading. Het wat mindere nieuws is dat hij wat langer er over doet om een eerste fix te krijgen. Maar dat weegt wat mij betreft ruimschoots op tegen de nauwkeurigheid.

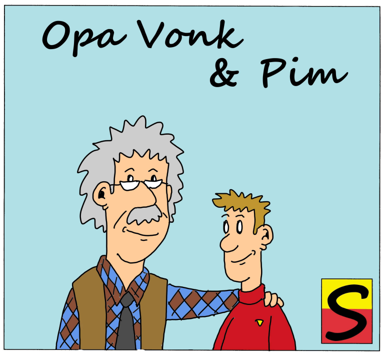
Maar het bloed kruipt toch waar het niet gaan kan. Door het gebruik van de Sleep mode van de processor wordt de seriële uitgang onbruikbaar. Na het in slaap geweest zijn, komt deze namelijk niet goed terug en zie je niets meer. Heel onhandig bij het debuggen. Als ik nou eens de Sleep vervang door een Delay op het moment dat hij aan de externe voeding hangt, kan ik wél makkelijk debuggen. Hij hoeft dan immers niet te slapen omdat er geen reden is om zuinig op de stroom te zijn met een externe voeding eraan. En als die er toch aan hangt, dan hoeft ook de GPS ontvanger niet uitgeschakeld te worden, wat de nauwkeurigheid weer ten goede komt.

Zo ging het steeds verder, en inmiddels is de software zo aangepast dat de tracker verschillende functies heeft. Zet je 'm aan, dan is hij een gewone LoRa tracker, zoals hij altijd al werkte. Alleen neemt hij nu 3 samples en neemt daarvan de laagste waarde, waardoor hij wat nauwkeuriger is in zijn waarnemingen. Sluit je dan een externe voeding aan, dan gaat de GPS niet meer uit en blijft ook de seriële uitgang werken. Dat is op zich al handig. Ga je sneller dan 25km/uur, dan gaat de tracker er vanuit dat je gemotoriseerd ben. Het uitzenden van bakens wordt dan enigszins geregeld met de snelheid, zodat hij niet een stroom posities staat te spugen. Dat varieert van eens per 2 minuten bij een langzame verplaatsing tot eens per 15 seconden als je in de buurt van de 80 km/uur komt. Daarnaast hoogt hij de ondergrens voor zijn slaap mode op naar 6km/uur, zodat hij nog minder last van spontane stuiptrekkingen heeft als hij eens in de 5 minuten even wakker wordt.

Maar het summum van functionaliteit wordt bereikt als je én een externe voeding aansluit, én meer dan 25km/uur gaat. Dan schakelt hij over op dezelfde software als de APRS tracker, inclusief Smart Beaconing. Dat houdt in dat baken uitgezonden worden met een interval dat afhangt van de snelheid waarmee bewogen wordt (dat zat in de batterij mode ook al), maar ook dat hij een baken uitzendt als er binnen 5 seconden meer dan 27 graden van koers veranderd wordt. Deze mode blijft hij onthouden tot de tracker een keer uit en aan gezet wordt. Verbreek je de externe voedingsspanning, dan valt hij weer terug op zijn gemotoriseerde tracker mode, waarbij hij dus een ondergrens van 6km/uur hanteert voor het in slaap vallen, en daarmee de accu spaart.

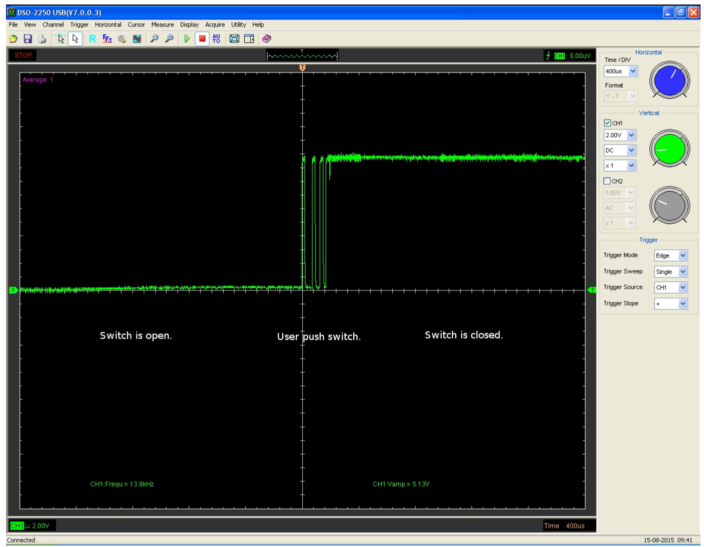


Een waarschuwing is nog op zijn plaats: het laadcircuit voor de batterij is kennelijk niet meer dan een simpele weerstand. Bij het uitschakelen van het contact van de auto bleven de LEDs op mijn aansteker-verdeeldoos branden. Het bleek dat die teruggevoed werden door de accu in de LoRa tracker. Dat is natuurlijk niet de bedoeling. Ik gebruik nu de USB aansluiting van de auto zelf, en die is naar het lijkt wél beschermd tegen terugvoeden. Even oppassen dus.

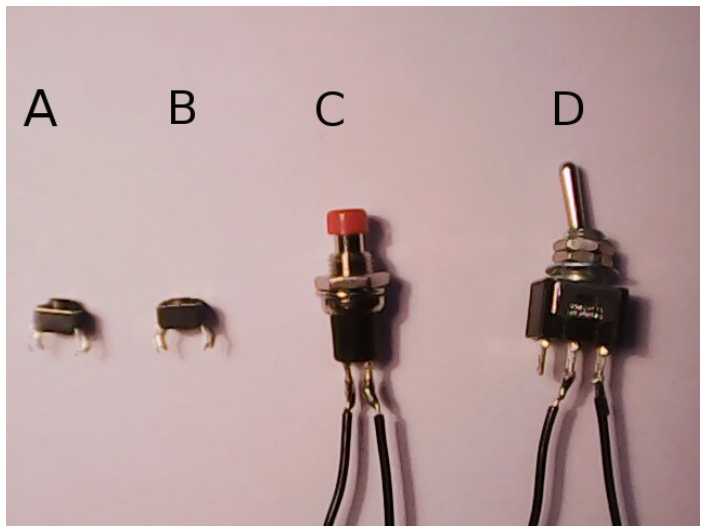


Pim keek op van zijn laptop waarmee hij in zijn Opa's piephok iets aan het opzoeken was. "Wat is ontdenderen?" vroeg hij aan Opa. Die keek hem niet-begrijpend aan. "Ontdenderen? in welk verband moet ik dat zien? Of ben je weer met Google Translate bezig geweest om een volkomen begrijpelijke term te vertalen naar iets dat in het Nederlands kant noch wal raakt", zei Opa. "Ja, nou ja, zoiets. Het was Debouncing in het Engels, maar dat zei me niets", zei Pim. "Ah. Maar mij des te meer", zei Opa. "Debouncing is een van de grootste problemen in de interfacing tussen elektronica en de echte wereld. Het heeft alles te maken met de beperkingen van mechanica. Als je op een knop drukt, een micro switch activeert of een schakelaar omzet, komen er twee metalen delen bij elkaar. Voor de gebruiker lijkt het erop dat het contact onmiddellijk tot stand komt. Dat is niet helemaal waar. Binnen in de schakelaar bevinden zich bewegende delen. Zet je de schakelaar om, dan maken de delen in eerste instantie contact met elkaar, maar slechts in een onderdeel van een microseconde. Daarna wordt er wat langer contact gemaakt, en dan weer wat langer. Uiteindelijk is de verbinding geheel gesloten. Dus zet je een schakelaar om, dan opent en sluiten de contacten over het algemeen tussen de 10 en 100 keer over een periode van ongeveer 1ms. Meestal werkt de hardware sneller dan het bouncen, waardoor de hardware denkt dat er verschillende malen geschakeld is. Die hardware is vaak een IC of een microprocessor. Het screenshot op de bladzijde hiernaast toont het typische bouncen van een schakelaar, zonder verdere voorzorgsmaatregelen.

Elke schakelaar heeft zijn eigen karakteristieken voor wat betreft het bouncen. Vergelijk je twee dezelfde schakelaars, dan is er een grote kans dat ze verschillend bouncen.

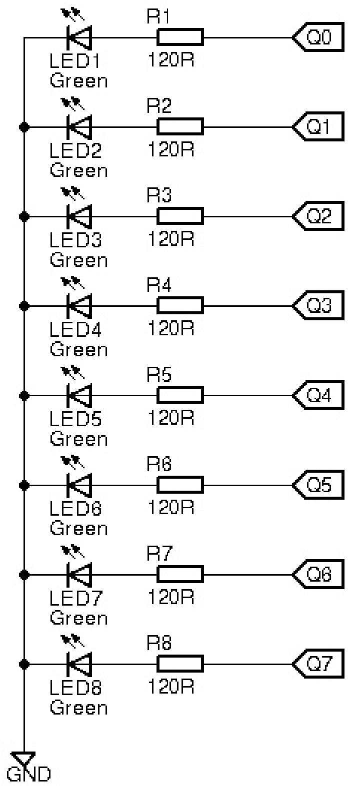


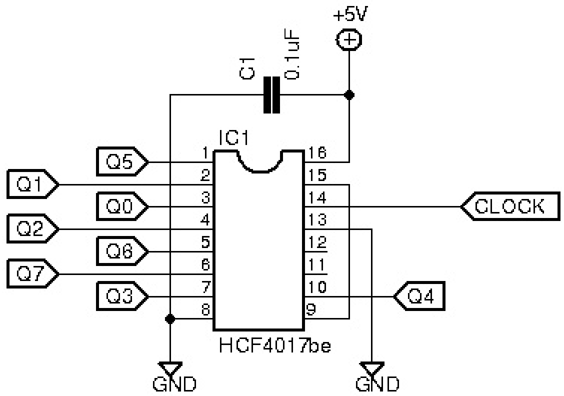
Laten we eens kijken naar hoe 4 verschillende schakelaars bouncen. Hieronder zie je 2 microswitches, 1 drukknop en 1 omschakelaar:



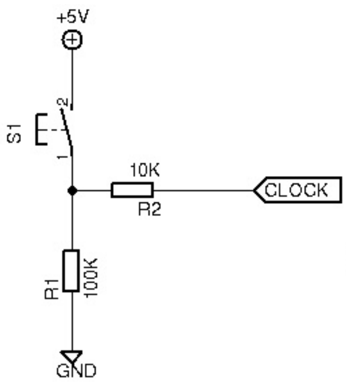
Al deze schakelaars worden op dezelfde manier aangesloten (dat is essentieel als je de resultaten wil vergelijken). We kijken eerst hoe de schakelaars zich zonder verdere filtering gedragen. Voor dit proefje gebruiken we een HCF4017BE. Dat is een tienteller/deler die gemaakt wordt door diverse leveranciers. Het datasheet daarvan vind je op internet.

Het IC ontvangt een kloksignaal op pin 14 en dat zorgt dat de LED aan Q1 gaat branden. Bij de volgende klokpuls zet het IC uitgang Q1 uit en Q2 aan, enzovoort. Bereikt de teller Q8 (PIN 9), dan wordt pin 15 hoog, en dat is de reset pin. Daarmee begint het tellen weer op Q0. Het schema van de testschakeling vind je op de volgende bladzijde.

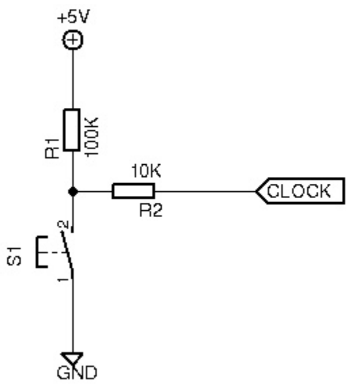




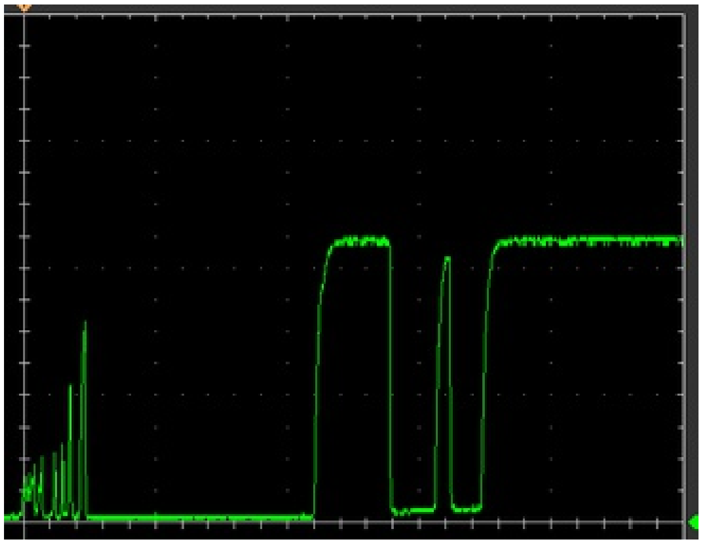
De eerste proef doen we zonder enige voorzorgsmaatregelen tegen bouncen. Daarvoor gebruiken we de volgende schakelingen voor het klokken:



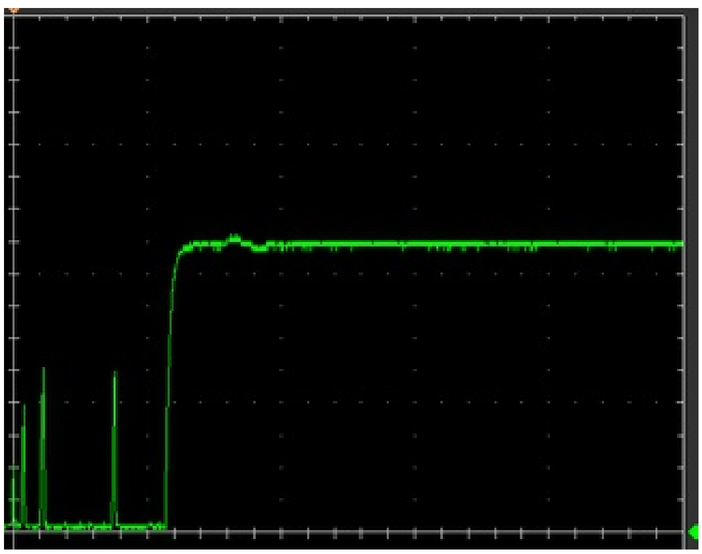
Klok laag, puls hoog



Klok hoog, puls laag

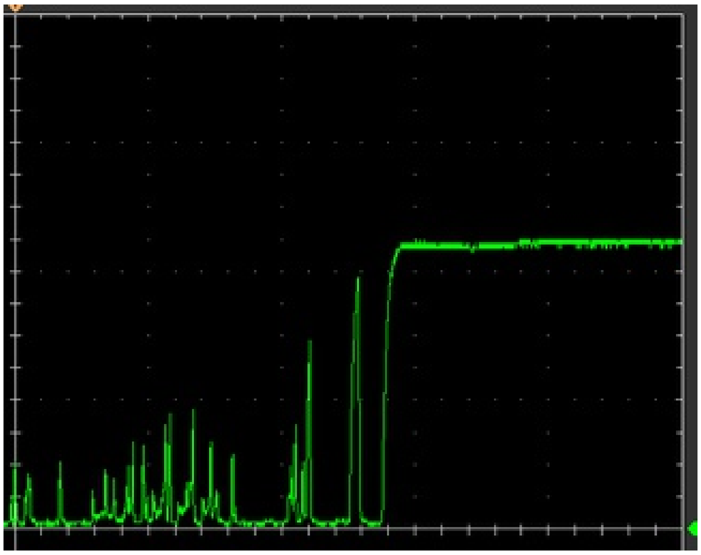


Schakelaar A

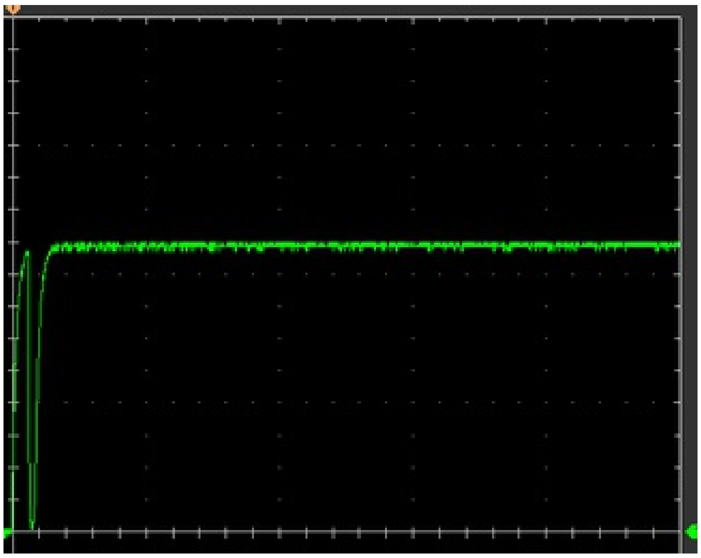


Schakelaar B

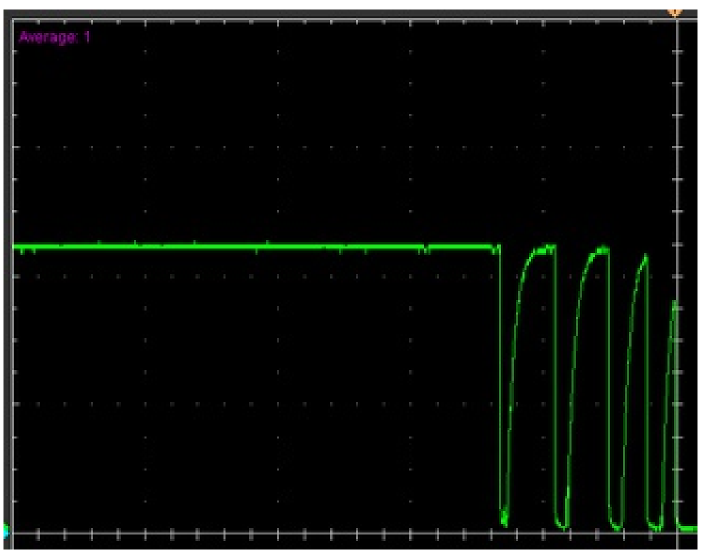
Laten we eens kijken op de oscilloscoopbeelden wat er dan gebeurt met de diverse drukknoppen en schakelaars. De horizontale as is 400µs/div en de vertikale as is 2V/div. Het bovenste plaatje is het resultaat van het indrukken van schakelaar A, en de onderste is het resultaat van schakelaar B. De resultaten van schakelaars C en D zie je op de volgende bladzijde. Als laatste zie je daar een screenshot van wederom schakelaar (eigenlijk drukknop) C, maar dan met de klok hoog waarbij de drukknop naar massa schakelt. Zoals je ziet genereert dat een hoop pulsen waarbij het IC vals getriggerd wordt. Wil je weten hoe dat eruit ziet in de praktijk, kijk dan eens deze YouTube video. Dan zie je dat een enkele druk op de knop voor een reeks pulsen zorgt. En dat is uiteraard niet de bedoeling.



Schakelaar C

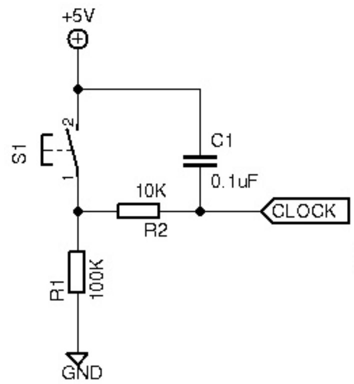


Schakelaar D

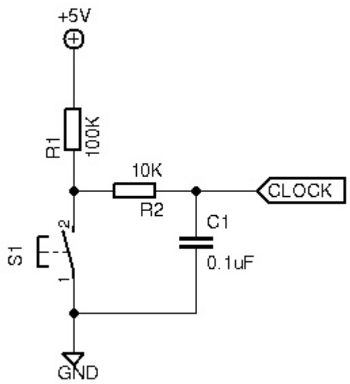


Nogmaals schakelaar C, maar nu met de klok hoog, en naar massa geschakeld

Laten we nu de schakelaars eens hardware-matig debouncen door een keramische condensator toe te voegen aan de schakeling.



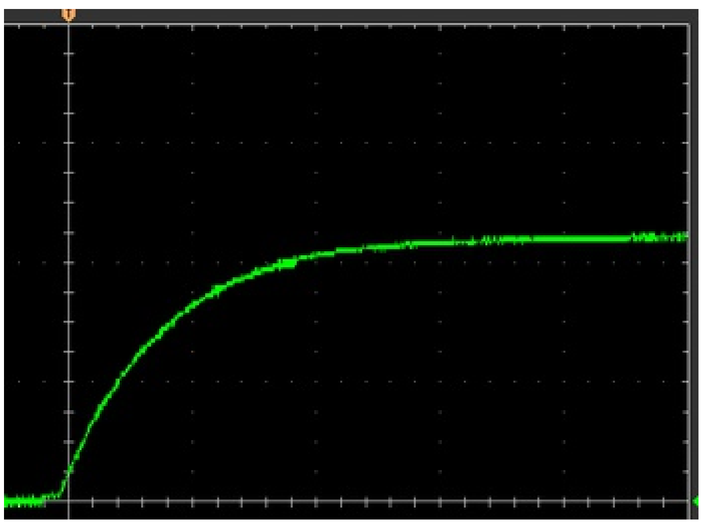
Klok laag, puls hoog



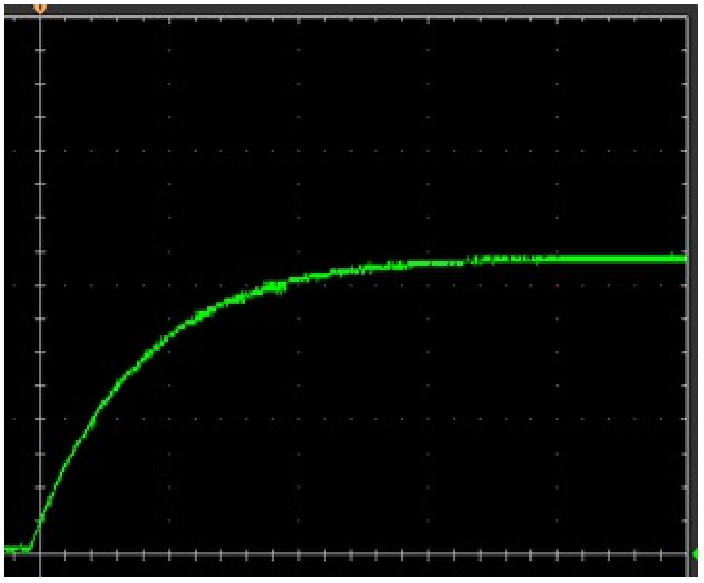
Klok hoog, puls laag

De condensator geeft met de weerstanden een bepaalde R-C tijd, en wel zodanig dat het laden van de condensator via R1 en R2 11x zo lang duurt als het ontladen via S1 en R2. Daardoor worden de gaten tussen de pulsen overbrugd en is er geen sprake meer van valse triggering.

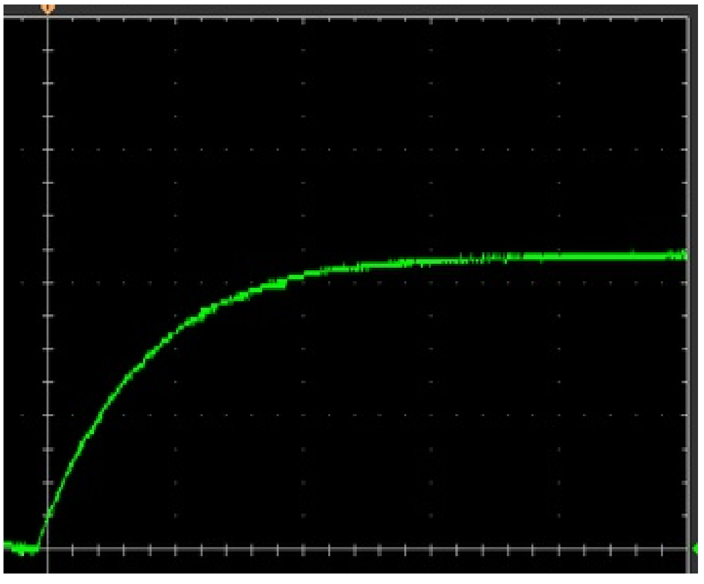
Laten we weer eens kijken op de oscilloscoop hoe de pulsen er nu uitzien. Voor de goede orde moet ik wel melden dat de horizontale tijdbasis nu 10ms/div is, dus ongeveer 25x meer gecomprimeerd dan de 400µs op de scoop-beelden van de niet-gefilterde schakelaars.



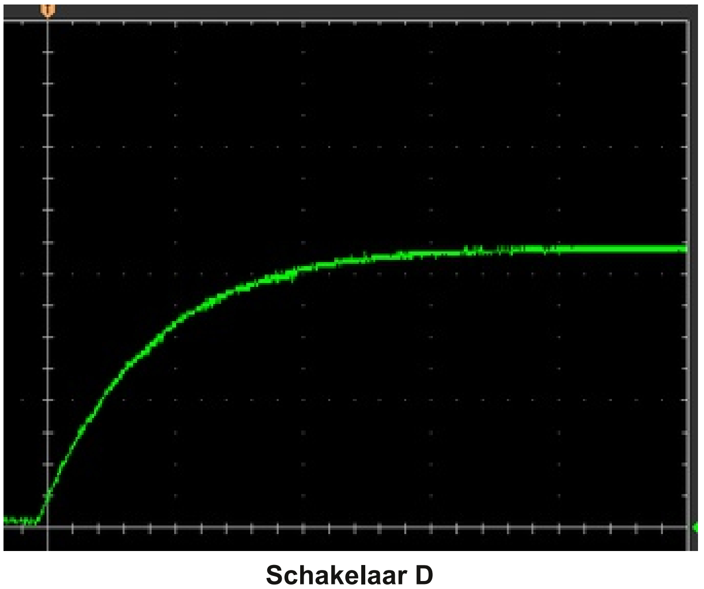
Dit is nu het beeld van schakelaar A. Zoals je ziet, zijn de reeksen pulsen die eerst zichtbaar waren, nu helemaal verdwenen. Het verloop van de spanning is nu veel gelijkmatiger, waardoor er geen extra pulsen meer gedetecteerd worden. Op de volgende bladzijde zie je de golfvorm van de andere schakelaars:



Schakelaar B

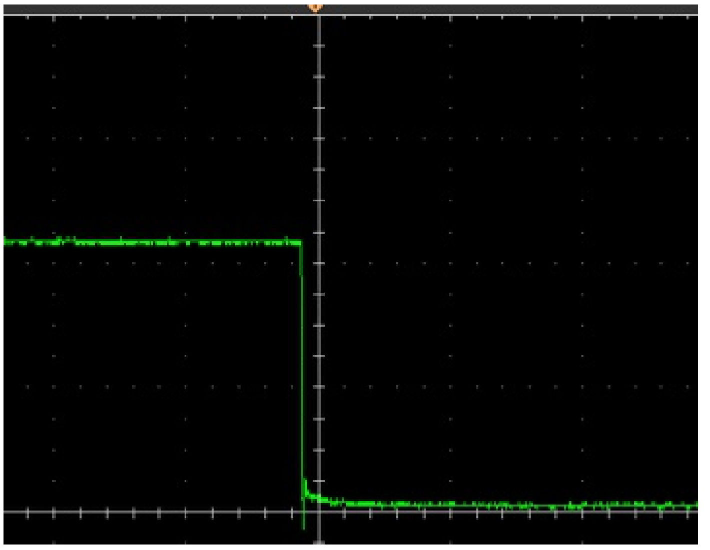


Schakelaar C



Schakelaar D

Kijken we tot slot nog even naar het resultaat van schakelaar (drukknop) C, die de slechtste resultaten gaf, met nu de klok aan de plus en schakelend naar massa:



Hier is de horizontale afbuiging nu wel 20µs/div, maar er is goed te zien dat de valse pulsen verdwenen zijn. Ook hier is een Youtube filmpje van, en zoals je kunt zien werkt de teller nu zoals je van de schakeling mag verwachten.

Software Debounce

Bij microprocessortoepassingen kunnen we op een andere manier met krakende contacten omgaan, en wel zodanig dat we zowel hardware, ruimte als geld besparen. Sommige programmeurs maken zich niet druk over krakende contacten en voegen gewoon 50ms vertraging toe na de eerste bounce. Dat dwingt de microprocessor om 50ms te wachten tot het bouncen gestopt is, en dan mag hij verder met zijn programma. Dat is eigenlijk geen goede methode, omdat het de microprocessor bezig houdt met het aftellen van de vertraging.

Een andere manier is om een interrupt te gebruiken om met bouncende kontakten om te gaan. Bij een interrupt reageert een micro-processor op een veranderende spanning op één van zijn ingangen, waardoor hij zijn lopende programma onderbreekt (interrumpeert) en naar een speciaal stukje programma gaat om te zien wat hij moet doen met die plotselinge spanningsverandering (de z.g. interrupt routine).

Realiseer je wel dat de interrupt op zowel de opgaande als de neergaande flank kan werken, waarbij sommige microcontrollers een wachtende interrupt in een wachtrij plaatsen. Er zijn verschillende meningen over hoe je hier mee om moet gaan, maar interrupt gestuurde afhandeling van bouncende schakelaars ga ik het nou niet met je over hebben. Dat is een verhaal apart.

In de praktijk komt het er meestal op neer dat je een aantal malen achter elkaar de desbetreffende schakelaar of drukknop uitleest, tot er gedurende een van tevoren vastgestelde tijd geen verandering meer is opgetreden in het ingangssignaal. Op die manier kan je in de software debouncen, met als gevolg dat de microprocessor betrouwbaar reageert op het indrukken van knoppen of het omzetten van schakelaars", besloot Opa zijn verhaal. Pim keek met ontzag naar zijn Opa. "Nooit geweten dat een schakelaar een reeks pulsen kan genereren, en dat je daar wat aan moet doen vanwege de betrouwbaarheid", zei hij. Opa knikte begrijpend. "Als jij het licht in je kamer aan doet als het donker wordt, heb je er geen last van als de schakelaar mechanisch even staat te stuiteren en een reeks pulsen produceert. Mijn ontvangers overigens wel, want ik hoor dat dan als een kraak in mijn koptelefoon. Maar aan die lamp zie je het niet. Een microprocessor is echter snel genoeg om die reeks pulsen waar zo'n gekraak uit bestaat, te detecteren en als een aantal schakelmomenten te zien, als je tenminste geen voorzorgsmaatregelen neemt, bijvoorbeeld zoals ik net beschreef. Bij het interfacen van mechanica met microprocessoren, zeker als het snelle zijn, moet je altijd maatregelen nemen - hetzij hardwarematig, hetzij softwarematig - tegen krakende of bouncende kontakten". Pim knikte begrijpend. "Ik snap het helemaal Opa, bedankt weer", zei hij, klapte zijn laptop dicht en verdiepte zich in de schakeling waar hij mee bezig was voordat hij getrakteerd werd op een van Opa's gratis lezingen.

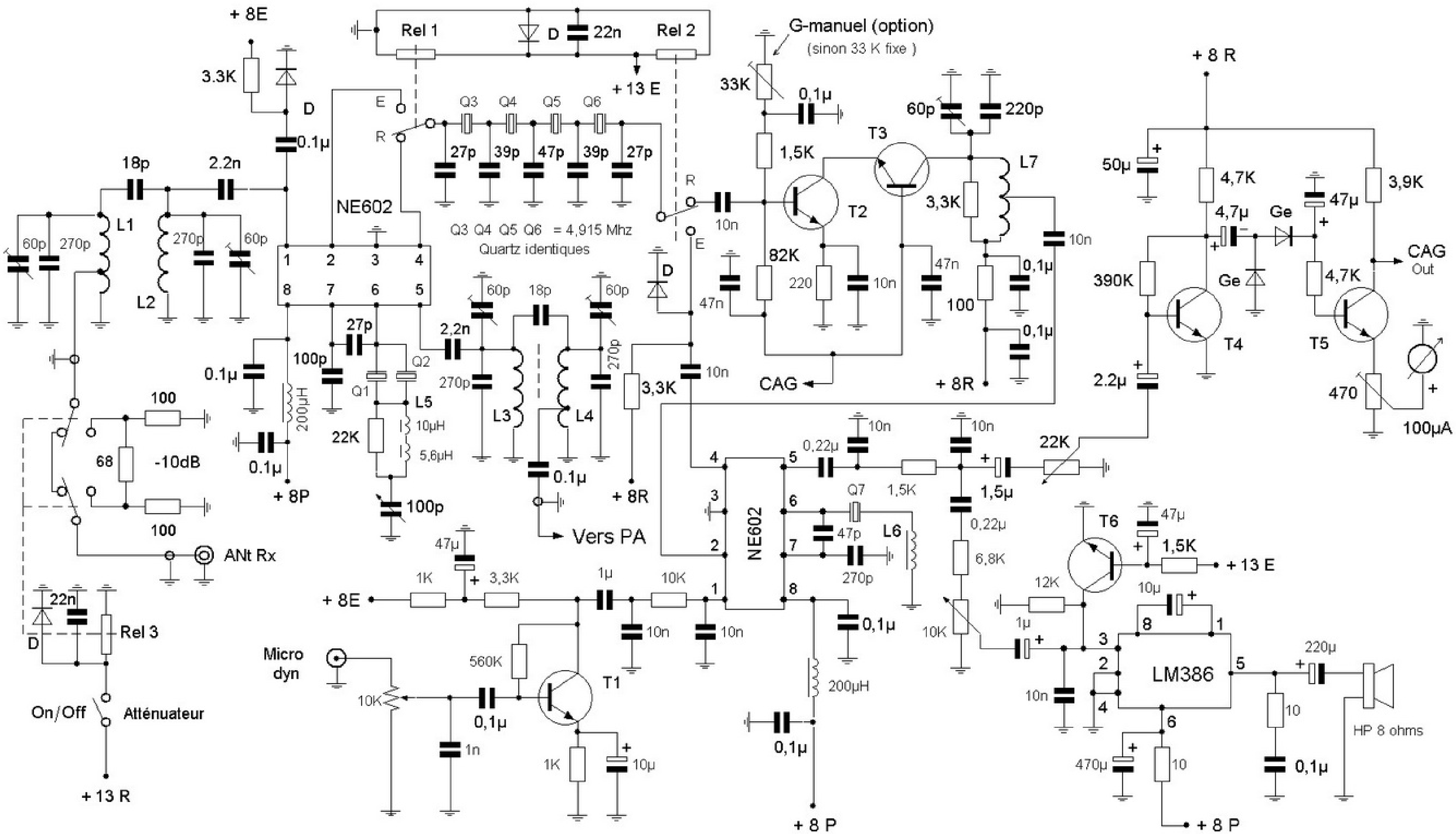
Eenvoudige 40m SSB transceiver

Als fervent CW-beoefenaar is het natuurlijk voor de hand liggend dat mijn interesse vooral naar eenvoudige (liefst QRP) transceivertjes uitgaat omdat ik daar nou eenmaal de meeste voldoening uit haal. En aangezien ik maar zelden andere content aangeboden krijg, moeten jullie het met mijn interesses doen. Maar vooruit, deze keer een eenvoudige SSB transceiver voor 40m die iedereen die weet wat de hete kant van een soldeerbout is, in een paar avonden in elkaar zou moeten kunnen zetten. De 40m band is wat dat betreft wel een uitdaging, omdat deze onderworpen is aan sterke signalen, vooral aan het einde van de dag. Voor de eenvoud worden de bekende actieve Gilbert celmixers gebruikt, en dat mag de NE602 of de NE612 zijn.

Om de juiste werking van deze IC's mogelijk te maken, moeten de impedanties op de ingangs- en uitgangspoorten worden gerespecteerd, en die impedantie is 1500Ω. De daarmee verbonden schakelingen worden dan ook op die impedantie berekend.

Deze transceiver is flexibel: je hebt de mogelijkheid om je middenfrequentfilter te kiezen voor 4, 6 of 8 kristallen. Hoe meer kristallen, hoe steiler het filter. Maar ook: hoe lastiger het is om de doorlaat vlak te krijgen en de verzwakking neemt toe met het aantal kristallen.

Het schema is opgesplitst in twee delen: op de volgende bladzijde zie je het schema van de complete zendontvanger. Verderop in dit artikel vind je nog het schema van de bijbehorende eindtrap en de opbouw van de voeding en het PTT stuk. Alle onderdelen zijn te verkrijgen bij Conrad, die helaas voor de mixer alleen de SA612 in SMD uitvoering op voorraad heeft.



Schema van het zend/ontvangstdeel

Gewone DIL versies zijn verkrijgbaar bij kitsandparts.com waar je $10 voor 5 stuks betaalt. Ook een handige site trouwens om je voorraad 2N3904/6 en (ring)kernen aan te vullen voor wènag.

De ontvanger

Het binnenkomende signaal vanaf het antenne-relais, midden-links op het schema, komt eerst een 10 dB verzwakker tegen die door een relais kan worden geschakeld. Dit systeem is 's avonds essentieel om intermodulatie te voorkomen. Effectief heeft de NE602 een intercept-punt van -13 dBm en door de toevoeging van de verzwakker gaat dat terug naar -3 dBm, wat ons intermodulatie probleem oplost. Vervolgens passeert het signaal een banddoorlaatfilter dat berekend is door F5AD voor 1500 ohm; de 4 windingen op de ingangssmoorspoel komen overeen met 50 ohm. L1 t/m L4 zijn namelijk 22 windingen op een T37-2 kern, waarbij L1 en L4 een aftakking hebben op 4 windingen van de koude kant. Dan is de wikkelverhouding $(22/4)^2$=30.25 en daarmee de transformatie-verhouding 49.5:1500Ω. Een perfecte aanpassing dus.

We gebruiken het oscillatorgedeelte van de NE602 als VXO. Twee parallelgeschakelde kristallen van 12,0 MHz samen met twee spoelen en een variabele condensator in serie zorgen voor een regelbereik van enkele tientallen kHz. De weerstand van 22k over de spoelen is een bekende truc om ervoor te zorgen dat bij het op deze wijze ver uit frequentie trekken van kristallen de frequentie niet ergens een sprong gaat maken. De weerstand voorkomt dat.

Het uitgaande MF-signaal dat uit pin 4 komt gaat via een relais door het 4,915 MHz-kristalfilter. De bandbreedte van dit filter is 2300 Hz op de -3 dB punten en 7600 Hz op de -50 dB punten (met 4 kristallen). Er kunnen twee andere (meer selectieve) filters gemonteerd worden. Hun insertieverlies zal groter zijn, maar maak je geen zorgen: de MF-versterker waarover we het gaan hebben, zal deze verliezen zonder enig probleem compenseren.

De middenfrequent versterker met T2 en T3 gebruikt een cascadeschakeling. De ingangs-impedantie wordt ingesteld op 1500Ω door de ontkoppelde weerstand van 220Ω in de emitter van T2. De AGC (in het Frans CAG genoemd) wordt op beide transistoren toegepast om de efficiëntie te verhogen. Bij een AGC in volledige actie is de stroom die wordt verbruikt door de cascadeschakeling slechts 50µA in plaats van 4 mA in rust.

Ik heb vrijwillig een weerstand van 3k3 over de uitgangstransformator L7 gezet om de versterking te verminderen, dus we hebben nog wat reserve aan die kant. De middenaftakking van 1500Ω op de spoel stuurt de tweede NE602 aan, die geschakeld is als productdetector.

Het oscillatordeel van die NE602 werkt als een draaggolfoscillator op 4.915 MHz. De serie-inductie L6 past de frequentie aan, in dit geval 4.915100 MHz. Uit pin 5 halen we de laagfrequent-component die wordt gefilterd, dit signaal wordt naar een versterker en een AGC-generator gestuurd. Onder invloed van de gedetecteerde LF-signalen gaat T5 geleiden, de spanningsval over de 3,9k weerstand zorgt vervolgens voor het AGC signaal, en daarnaast wordt een S-meter aangesloten op de potmeter die in de emitter van T5 zit. In het prototype begint de S-meter uit te slaan bij 1,5µV

Een LM386 levert voldoende LF in de luidspreker en T6 dient als mute schakelaar bij zenden door de ingang kort te sluiten.

De zender

Het signaal afkomstig van een microfoon met lage impedantie (dynamische microfoon) wordt versterkt door T1 en wordt aangeboden aan aansluiting 1 van de onderste NE602 die gebruikt wordt als gebalanceerde mixer. De gemeten draaggolfonderdrukking is 45dB, ruimschoots genoeg voor onze toepassing.

Het DSB-signaal met een impedantie van 1500Ω aan pen 4 wordt vervolgens toegevoerd aan het kristalfilter. Merk op dat eventuele signalen op dat punt bij ontvangst door diode D bij het relais worden kortgesloten. Daarna wordt het signaal gemengd met de VXO op 12 MHz in de eerste NE602.

Het mengsignaal op pin 5 wordt gefilterd door een hetzelfde banddoorlaatfilter dat gebruikt wordt bij ontvangst. Aan de uitgang van dit filter staat dan ongeveer 120 mVpp gemeten aan 50Ω. Voor het maken van een QSO is dan nog wel een beetje versterking nodig. De eindtrap waarvan het schema op de volgende bladzijde staat, zorgt daarvoor. Die kan worden opgesplitst in twee delen: de besturing en de eindtrap zelf.

De stuurtrap naar een ontwerp van Wes W7ZOI, gereproduceerd met zijn toestemming, heeft een enorme versterking. Ondanks zijn eenvoud geniet deze stuurtrap een uitstekende stabiliteit als hij correct wordt afgesloten. (In dat verband begrijp ik niet dat de eindtrap op de permanente voeding is aangesloten. Ten eerste veroorzaakt de ruststroom door de eindtrap ruis die je ontvangst zou kunnen verstoren. Ten tweede staat dat ding dan stroom te vreten en warmte te produceren en dat is zonde van de energie. En ten derde, niet geheel onbelangrijk, is de eindtrap bij ontvangst volledig onbelast en dat zou tot oscilleren kunnen leiden. Ik zou die 7808 en drivertor T2 aan de geschakelde 13V hangen, zodat de eindtrap stroomloos is bij ontvangst -PA3CNO). Een 2N2219 gaf hier net zoveel versterking als een 2N3866. Deze transistor heeft wel een goede koelvin nodig omdat hij op 13,8 V lekker warm begint te worden!

De eindtrap gebruikt een IRF531 als eindtor, en dat is een FET van 60V die 1 euro kost, uit de grijpvoorraad.

De verkregen versterking met de IRF531 is interessant bij deze frequentie: ongeveer 17 dB. Met de potmeter in de gate van de eindtor regel je de ruststroom van de drain op 50 mA af. Tijdens modulatiepieken zal de stroom oplopen naar ongeveer 600 mA bij een HF uitgangs-vermogen van 4 W.

De gemeten Tx uitgangsvermogens zijn:
12 V .... 2,9 W
13 V .... 3.8 W
13,8 V ..... 4,6 W

Een laagdoorlaatfilter berekend voor 7 MHz elimineert effectief eventuele harmonischen.

Afregeling van de ontvanger

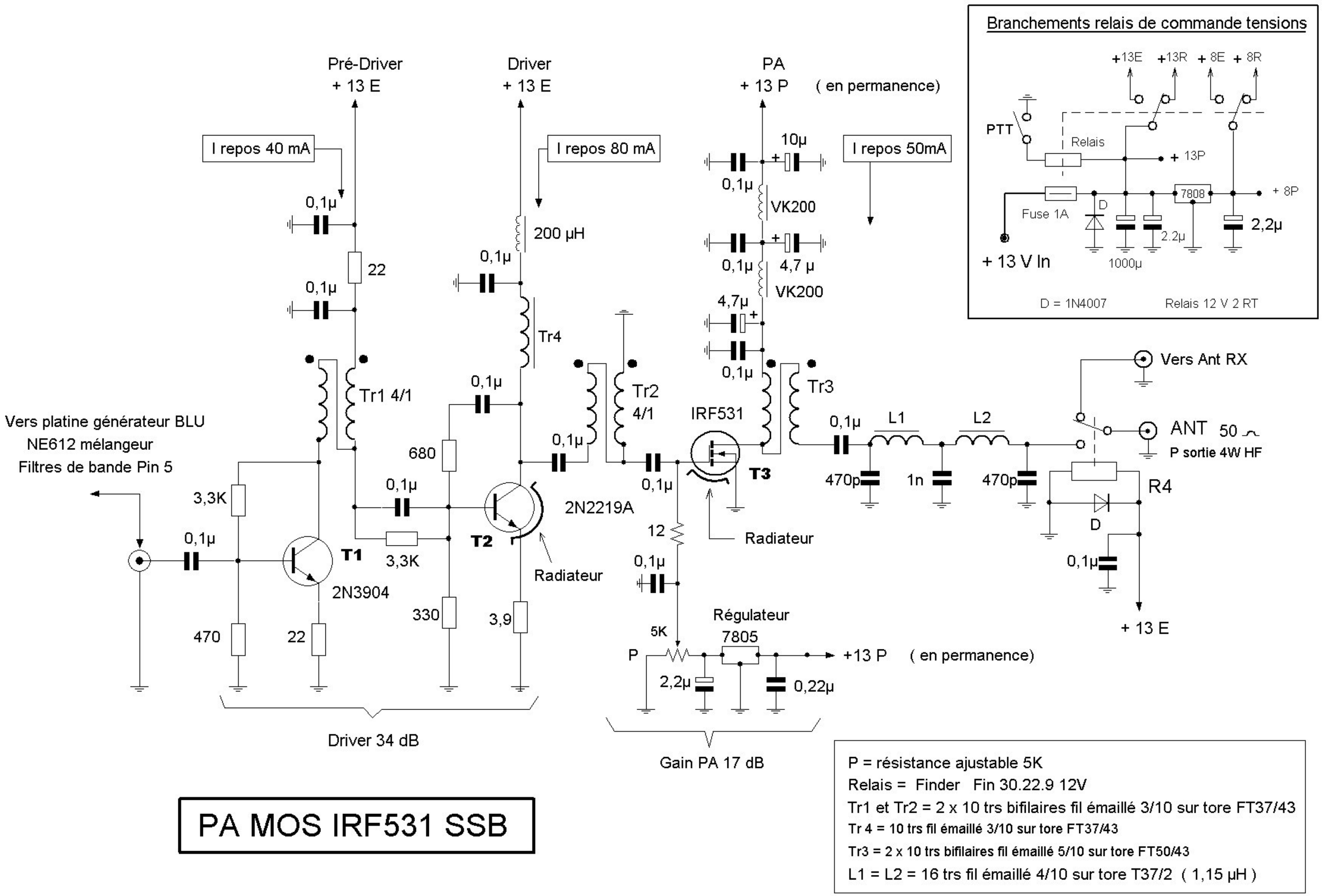
We controleren allereerst het ontvangstdeel op de afwezigheid van kortsluiting. Daarna gaan we de juiste werking van de VXO controleren. Sluit daarvoor pin 7 van de eerste NE602 via een condensator van 100pF aan op een frequentieteller. Schakel de spanning in (de 8V) en lees de frequentie af.

Door de variabele condensator te verdraaien varieert de frequentie en kan je het frequentie bereik controleren. Output QRG = VXO frequentie - 4.915 MHz

Datzelfde gaan we doen met de tweede NE602: condensator van 100pf aan pin 7, en die met de frequentieteller verbinden. Het is nu de bedoeling dat je de oscillatiefrequentie van het kristal op de onderste flank van het kristalfilter zet, zodat alleen de bovenste zijband door het filter komt. (de zijband draait immers om doordat het signaal van 12MHz afgetrokken wordt.)

Draai aan de kern van L6 tot de oscillator op ongeveer 4.915100 MHz staat. Dit kan verschillen afhankelijk van de leverancier van de kristallen. Een Sweeperino b.v. helpt om het kristalfilter door te meten, zodat je weet waar de flanken van het filter liggen.

Zet nu spanning op de hele schakeling (dus niet alleen de 8V op de ontvangersectie). De totale stroom mag nu niet meer zijn dan 30mA. Sluit een antenne aan, en zoek naar een station,



Schema van de eindtrap

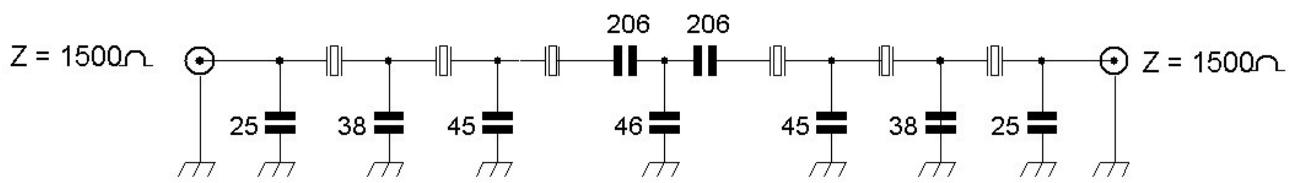
zodat je op maximum kunt gaan afregelen. Of sluit een meetzender aan natuurlijk, dat werkt nog makkelijker. Begin met het banddoorlaat-filter aan het begin van de ontvanger (de trimmers over L1/L2) en daarna de MF-potmeter (van 33k). Pas vervolgens de AGC versterking aan met de 22k potmeter en kalibreer de S-meter.

Afregelen van de zender

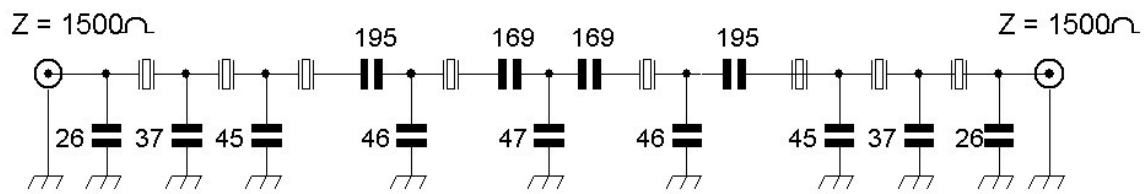
Zet nog even geen spanning op de eindtrap. Sluit het zendbanddoorlaatfilter(L3/L4) af met een weerstand van 50Ω en sluit een HF-voltmeter of een oscilloscoop aan. Schakel over naar zenden en regel de microfoonversterking tot halverwege. Fluit in de microfoon en regel de trimmers over de kringen L3/L4 af op maximum HF, ongeveer 120 mVtt.

Regel vervolgens de microfoonversterking zodanig af, dat op de oscilloscoop geen overmodulatie te zien is.

De enige afregeling van de eindtrap is dat de ruststroom ingesteld moet worden. Daarbij moet de instelling van de ruststroom zonder modulatie op ongeveer 50 mA uitkomen. Draai daartoe eerst de potmeter die met de gate van de IRF531 verbonden is, met de loper naar massa. Sluit een stroommeter aan in serie met de voeding van de eindtransistor, en draai

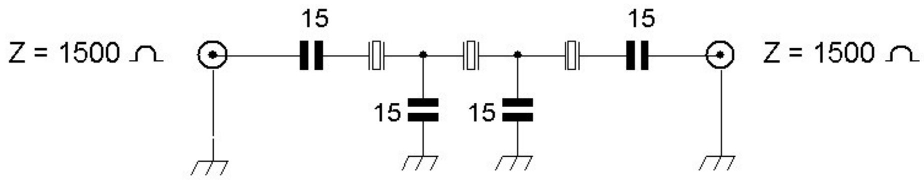


Filtre à 6 quartz   Bde Passante : - 3 dB 2300 Hz -10 dB 2440 Hz - 20 dB 2710 Hz - 40 dB 3750 Hz - 60 dB 5070 Hz



Filtre à 8 quartz   Bde Passante : - 3 dB 2300 Hz -10 dB 2380 Hz - 20 dB 2520 Hz - 40 dB 2980 Hz - 60 dB 3710 Hz

Filtre éliminateur de bruit sortie ampli FI



- 3 dB 3640 Hz -10 dB 4800 Hz
- 20 dB 7300 Hz

Filtre à 3 quartz

voorzichtig de potmeter op tot er stroom begint te lopen. Stel de ruststroom in op 50mA.

Opties

Zoals gezegd zijn er meerdere mogelijkheden voor het kristalfilter. Op de vorige bladzijde zie je een paar alternatieven. De eerste is een kristalfilter met zes kristallen. Daarmee loopt de -60dB bandbreedte al terug naar een dikke 5kHz. En het tweede voorbeeld met 8 kristallen heeft een -60dB bandbreedte van 3,7kHz! Het laatste filter met 3 kristallen is niet bedoeld als alternatief voor het 4-kristals-filter, maar als extra achter de middenfrequentversterker (tussen de aftakking op L7 en pin 2 van de tweede NE602), analoog aan hoe dat bij de Elecraft K2 is ingebouwd.

Dan hebben jullie nog wat gegevens van wat onderdelen tegoed:
In het origineel zaten de volgende transistoren:
T1 = BC547A
T2 / T3 = 2N3904
T4 = BC109C
T5 = 2N2222
T6 = BC107B
D = BA182
Ge = germanium

Waarschijnlijk had de auteur zijn junkbox omgekeerd gezien de verscheidenheid aan transistoren. Maar er is geen enkele transistor die een specifieke taak verricht: voor alle transistoren mag bijvoorbeeld een 2N3904 gekozen worden. Of een BC547. De ouderwetse TUN, zeg maar. Dan nog wat spoelgegevens:
L1 en L2 zijn 22 windingen 0,3mm draad op een T37-2 kern (1,58μH), waarbij L1 op 4 windingen afgetakt is. Hetzelfde geldt voor L3 en L4, waarbij L4 een aftakking heeft op 4 windingen. L5 bestaat uit een smoorspoel van 5,6μH en een van 10μH in serie. L6 is 60 windingen 0,2mm draad op een 5mm spoelvorm met regelbare kern. L7 is 4,3μH: 32 windingen 0,4mm draad op een T37-2 kern, met een aftakking op 16 windingen (de helft dus). Trek je niet teveel aan van al die draaddiktes: dat maakt niet zo heel veel uit, als de windingen maar op de desbetreffende kern passen. Door deze spoelen lopen geen grote stromen.

De kristallen Q1 en Q2 zijn 12MHz en moeten zo goed mogelijk aan elkaar gelijk zijn. Doorgaans kosten dit soort kristallen twee dubbeltjes, dus bestel er een stel, maak een simpel oscillatortje en selecteer ze op zo dicht mogelijk bij elkaar liggende frequenties. Q3 t/m Q7 zijn 4,915MHz kristallen (ze zijn bij Conrad 4,9152MHz) en deze moeten binnen 50Hz aan elkaar gelijk zijn. Een flinke zak bestellen dus.

Verder kan je de transceiver bijvoorbeeld ook bouwen voor 21MHz: gebruik daarvoor dan 16.384MHz kristallen. De frequentie van 4.915MHz wordt er in dat geval bij opgeteld in plaats van afgetrokken en dan heb je automatisch USB in plaats van LSB. Of een QRP transceiver voor 21MHz bouwen nou zo handig is in deze periode van lage zonnevlek activiteit is natuurlijk maar de vraag. Maar de 40m versie is zeker een leuk ontwerp om als QRP transceiver zelf te bouwen.

Experimentjes met diodes

Frank Vermeulen PA5FJM

Drukke periode is weer voorbij, dus we gaan weer verder met de “reïntegratie” in de radiohobby. Dacht ik eenvoudig te kunnen beginnen met weerstandjes (zie de RAZzies van juni j.l.) blijk ik het toch weer niet zo makkelijk aangepakt te hebben, maar ja, de nieuwsgierigheid wint soms. Ongemerkt en onbedoeld heb ik de stelling “Meten = weten, zolang je weet wat je meet” weten te bewijzen, HI. Redactie: bedankt voor de aanvullingen. Omdat het de bedoeling is om er van te leren, ga ik deze aanvullingen zeker nog eens uitpro-

beren. Omdat de aanvullingen voornamelijk over het werken met een oscilloscoop ging, ben ik eens gaan zoeken op het internet en kwam ik een heel leuk boekje tegen: “101 proeven met de oscilloscoop” uit de “kaderreeks” uit 1966. Ik ga in mijn experimentjes de scoop er pas bijhalen, als ik de proefjes uit de Kaderreeks heb gedaan. Houd ik het voor mezelf ook wat makkelijker. Ik hoop alleen dat ik het allemaal kan combineren met de rest van mijn activiteiten (zoals omscholing).

Samen met het boek “Elektronica, echt niet moeilijk” deze keer experimentjes met diodes gedaan. Had eigenlijk ook al bedacht om langzaam maar zeker richting een eigenbouw voeding te gaan en met een scoop alles bekijken, maar gezien de ervaringen met de oscilloscoop laat ik dat nog maar even zitten, HI.

Experimentjes met 1 diode

In het eerder genoemd boek staan zowel experimentjes met 1 als met 3 diodes. Aangezien de experimentjes met (fiets)lampjes worden uitgevoerd en ik deze niet heb, maak ik maar mijn eigen schakelingetjes.

Ik begin maar gewoon simpel met 1 diode (uiteraard). Eerst maar in sperrichting (zie fig. 4-1). P1 heb ik gebruikt omdat beweerd wordt dat een diode vanaf een bepaalde spanning gaat geleiden. M.b.v. P1 kan ik dan de spanning geleidelijk omhoog brengen. R1 heb ik toegevoegd om de stroom door de diode te begrenzen. De waardes zomaar gekozen zonder er eigenlijk echt bij na te denken. Met deze opstelling kan ik eenvoudig de diode omdraaien.

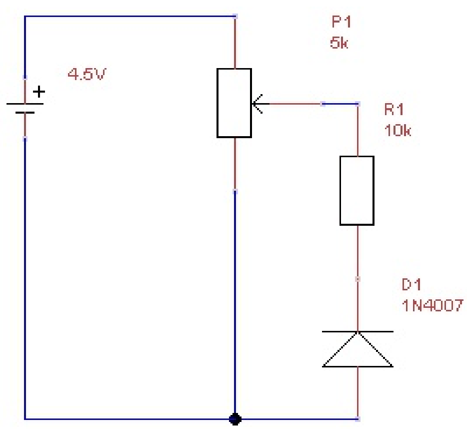


Fig. 4-1

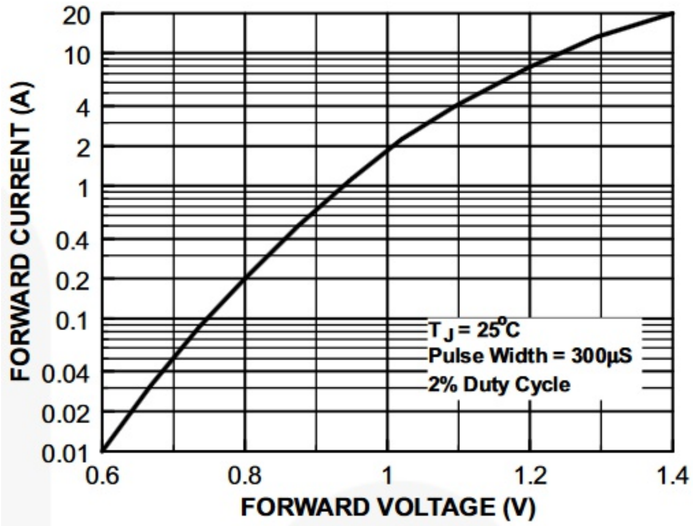
Met de multimeter tussen de ‘-’ van de batterij en de diode geschakeld kan ik de stroom meten. Terwijl ik de potmeter zo verdraai dat de spanning op de loper van 0 naar 4,5V gaat, meet ik de stroom => 0A. Logisch, want de diode staat in sperrichting, dus hij geleidt niet, ergo geen stroom. Geen stroom lopend door D1 betekent dat er door R1 ook geen stroom loopt, dus dat over R1 geen spanning staat. Dus, de spanningsmeter over R1 geschakeld en inderdaad => geen spanningsverschil. Yes, gesnapt en kunnen verklaren, HI.

Uiteraard heeft de diode een doorlaatrichting, dus, diode omgedraaid en hetzelfde experimentje uitgevoerd. Ik heb de multimeter op dezelfde manier aangesloten als daarstraks en eerst de stroom gemeten en later de spanningen. Spanning op de loper weer rustig opgevoerd en de stroom gemeten. Hee, er begint gelijk een stroom te lopen. Weliswaar heel klein, maar toch. Uiteindelijk loopt er een stroom van ongeveer 0,4 mA. Omdat deze stroom ook door R1 loopt even rekenen en nameten: 4,5V/10000 ohm = 0,45 mA. Een stroom van 0,4 mA door D1 betekent dat er ook 0,4 mA door R1 loopt. Omgerekend moet dan over R1 een spanning van ongeveer 4V staan. Inderdaad, 4,2V gemeten. Vind ik zelf wel acceptabel. Maar, dat er bijna gelijk een stroompje begint te lopen. Een diode geleidt toch pas vanaf een bepaalde spanning (in mijn geval ong. 0,5V)? Ok, de theorie er bijgehaald. Lang leve het F-cursusboek (misschien staat het ook in het N-cursusboek, maar die heb ik niet, dus kan ik het niet controleren). Hee, een diode heeft ook een lekstroom. Zou dat het kunnen zijn? Nee, want een lekstroom loopt alleen in sperrichting. Op internet karakteristieken opgezocht en ziedaar: bij de meeste karakteristieken zie je dat tot aan de doorlaatspanning de karakteristiek heeel lichtjes oploopt en dan ineens steil omhoog gaat. Dus, dat een diode pas vanaf een bepaalde spanning gaat geleiden, is dus pure theorie.

Hoe zit het dan met die 0,5V. Een 1N4007 is per slot van rekening een siliciumdiode en geleid vanaf 0,7V. Lang leve Google. Weer iets wat ik

niet in mijn theorieboeken vond: de spanning waarbij een diode gaat geleiden is afhankelijk van de stroom die door de diode loopt. Ofwel, hoe lager de stroom, hoe lager de spanning waarbij de diode echt gaat geleiden. 0,45 mA is niet echt hoog dus dat zou deze lage spanning van 0,5V kunnen verklaren.

(Dat is ook zo. Zie de onderstaande grafiek waarin de doorlaat is uitgezet:



Je ziet aan de vorm van de grafiek dat deze niet recht naar beneden gaat bij 0,6V en 10mA. De grafiek loopt dus geleidelijk af naar nul en stopt niet bij 0,6V. Bij de 0,42mA die Frank gebruikte voor zijn meting, kan de spanning dus makkelijk gedaald zijn naar een 0,2-0,3V -red.)

In mijn zoektocht kwam ik een leuk idee voor een experiment tegen (users.skynet.be/dirkvg/4tee/Proef5A.doc): een “karakteristiek” maken. Alleen werd er gebruik gemaakt van een variabele voeding. Deze heb ik niet, maar kan ik natuurlijk wel simuleren met een potmeter, HI, zie fig. 4-2.

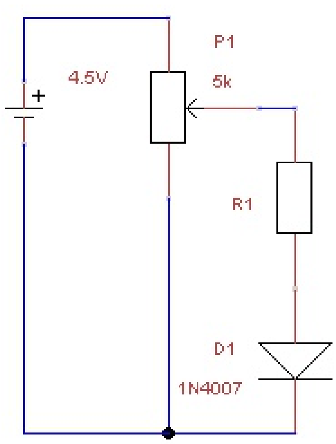


Fig. 4-2

Uv	Ur	Ud	I	Rd
V	V	V	A	ohm
0,31	0,11	0,19	0,00011	1727272,7
0,50	0,26	0,22	0,00026	846153,9
0,75	0,49	0,25	0,00049	510204,1
0,97	0,70	0,26	0,00070	371428,6
1,28	,099	0,27	0,00099	272727,3
1,57	1,27	0,29	0,00127	228346,5
1,74	1,44	0,29	0,00144	201388,9
2,00	1,69	0,30	0,00169	177514,8
2,51	2,19	0,30	0,00219	136986,3
3,01	2,69	0,31	0,00269	115241,6
3,59	3,26	0,32	0,00326	98159,5
3,98	3,64	0,32	0,00364	87912,1
4,76	4,34	0,33	0,00434	76036,9

Tabel 4-1

Uv	Ur	Ud	I	Rd
V	V	V	mA	ohm
0,26	0	0,26	0	?
0,49	0,01	0,47	0,1	4700,0
0,75	0,16	0,58	1,6	362,5
1,02	0,39	0,62	3,9	159,0
1,25	0,60	0,64	6,0	106,7
1,47	0,80	0,66	8,0	82,5
1,74	1,06	0,67	10,6	63,2
2,01	1,31	0,68	13,1	51,9
2,52	1,82	0,70	18,2	38,5
2,94	2,23	0,71	22,3	31,8
3,51	2,77	0,72	27,7	26,0
4,02	3,28	0,73	32,8	22,6
4,56	3,81	0,74	38,1	19,4

Tabel 4-2

In tabel 1 zijn de gemeten waarden met R1 = 1 MOhm en in tabel 2 de waarden met R1 = 100 Ohm.
Hierbij is Uv = voedingsspanning (de spanning op de loper), Ur = spanning over de weerstand, Ud = spanning over de diode, I = de berekende stroom door de weerstand en diode en Rd de berekende weerstand in de diode (uiteraard berekend met Ud/I). Ik heb geprobeerd om eerst in stapjes van 0,25V te meten. Kennelijk had ik een logaritmische potmeter, want hoe verder ik deze open draaide, des te sneller had ik een stapje van 0,25V bereikt. Vandaar dat de laatste stappen stappen van 0,5V zijn. Het is me helaas niet gelukt om van beide tabellen een mooie grafiek te maken.

Inderdaad is er in tabel 1 te zien (en ook in tabel 2) dat er bij een hele kleine spanning (0,31V) toch al een stroompje loopt. Door de hoge weerstandswaarde van R1 valt hier ook een spanning over. Wel grappig vind ik dat de spanning over R1 lager is dan over D1. Opvallend in tabel 1 is dat de spanning eerst "gestaag" oploopt naar 0,30V en daarna bijna niet meer stijgt. Opvallend zijn de zeer grote (berekende) weerstandswaarden van de diode. Wat dan weer interessant wordt is de invloed van de interne weerstand van de multimeter t.o.v. de weerstand van D1. Zeker bij de lage spanning(en) is er in D1 ook sprake van mega-ohms. Helaas weet ik niet hoe ik deze invloed kan onderzoeken (als iemand suggesties heeft zijn deze uiteraard welkom via PA5FJM@veron.nl).

Tabel 2 laat eigenlijk hetzelfde beeld zien, maar dan met andere waarden. Opvallend is dat bij Uv=0,26V er geen spanning over R1 te meten valt, maar wel over D1. Kennelijk is de stroom zo klein dat dit over R1 een spanningsval veroorzaakt. Doordat ik geen stroom kon berekenen valt er uiteraard geen weerstand van D1 te berekenen. Ud loopt vrij snel op naar ongeveer 0,7V en loopt dan nog langzaam op, terwijl de spanning over R1 netjes met het verhogen van Uv mee oploopt. Rd is beduidend lager dan in tabel 1.

Met deze proefjes heb ik wel inzicht gekregen in een stukje van het gedrag van een diode. Hiermee is dus verklaard waarom ik in mijn eerste opstelling (met R = 10 kOhm) een drempelspanning van ongeveer 0,5V heb gemeten. Deze spanning is dus afhankelijk van de stroom.

Wat me opviel tijdens mijn zoektocht op internet was de hoeveelheid literatuur over diodes (en tegelijkertijd transistors) en discussies die een vraag over een diodeschakeling (hoe simpel ook) te vinden is. Het lijkt zo'n simpel onderdeeltje, maar is toch wat ingewikkelder dan in de cursusboeken wordt getoond.

Experimentjes met 3 diodes

In het boek "Elektronica, echt niet moeilijk" staan ook nog proefjes met 3 diodes. Er stond niet echt een toepassing van deze constructie beschreven, maar het lijkt me wel interessant. En aangezien we experimenteren, waarom niet. Zeker om te kijken wat er met de spanning gebeurt als er een diode verkeerd is aangesloten. Dus, 3 diodes opgezocht, weerstandje, batterijtje, draadjes met krokodillenklemmetjes. Check. Alles ligt klaar om fig. 4-2 op te bouwen.

Voor R1 wederom 10 kOhm genomen en als diodes wederom de 1N4007.

Het eerste proefje was volgens fig. 4-2. Alle diodes in doorlaatrichting.

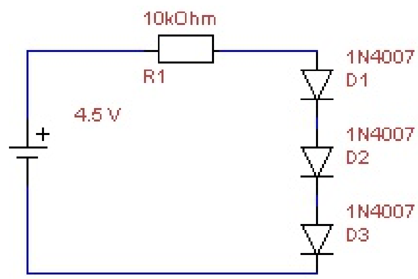


Fig. 4-3

Ook met 3 diodes is mooi te zien dat er bij een kleinere stroom de doorlaatspanning lager wordt: Ud3 = 0.5V, Ud2+Ud3 = 1,05V en de spanning over alle diodes = 1.54V. Bij meerdere diodes maakt de waarde van R1 dus ook uit voor de doorlaatspanning. Ik had eigenlijk een kleinere weerstand moeten nemen.

Wat gebeurt er als ik 1 diode in sperrichting zet? D3 stelde zich kandidaat. Dus, D1 en D2 in doorlaat en D3 in sper (zie Fig. 4-4).

Het grappige is dat er er over de diodes een spanning gemeten kan worden. Ud3 = 4.23V (D3 in sper), Ud2+Ud3 = 4.5V (D2 in doorlaat en D3 in sper). Over D2 stond een spanning van ongeveer 0.27V. Over alle diodes werd 4,75V gemeten, m.a.w. over D3 stond een spanning van ongeveer 0.25V. Kennelijk loopt er inderdaad een heel klein stroompje: de lekstroom.

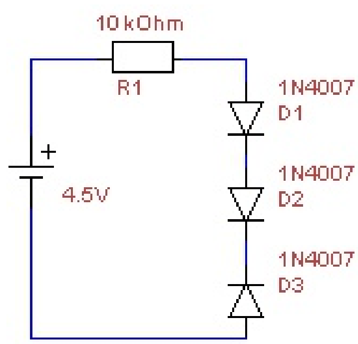


Fig. 4-4

Wat als D2 en D3 in sperrichting staan en D1 in doorlaat? Dat is weer het gemak van alles met

draadjes met krokodillenklemmetjes opbouwen: je hebt alles heel snel omgewisseld. Zo gezegd, zo gedaan en nu meten. Over alle diodes stond een spanning van 4.75V. Er staan 2 diodes in sper, dus geen stroom. Spanning is in principe potentiaalverschil, dus over de 3 diodes de volle spanning gemeten.

Vervolgens de spanning over D2 en D3 (beide in sperrichting) gemeten: 4.44V. Over D1 stond een spanning van ongeveer 0,3 V. Kennelijk loopt er dan toch een stroompje. De spanning over D3 gemeten: 0,26V. Hmm, dit is interessant. Dit betekent dat er over D2 een spanning van ongeveer 4,2V staat. Wordt dit door de lekstroom veroorzaakt? Of speelt de interne weerstand van mijn multimeter een rol? De weerstand van de diode is in sperrichting hoog en vormt een parallelweerstand met de interne weerstand van de meter. Met een kleine stroom, krijg je toch een spanningsval. Maar komt dit door de diodes of de interne weerstand van de meter? Ik ben wel benieuwd wat de verklaring van Opa Vonk zou zijn.

Daar kan Opa wel een antwoord op geven. De weerstand van de multimeter speelt inderdaad een grote rol. Als D2 en D3 in sperrichting in serie staan, zal de spanning zich - mits de dioden aan elkaar gelijk zijn - gelijkelijk over de twee dioden verdelen. Dus 2.25V over elke diode. De weerstand van de dioden is in dit geval ontzettend hoog - tientallen Mega Ohms. Zet je nu je universeelmeter over één van die dioden, dan maak je feitelijk een spanningsdeler van tientallen MegaOhms naar de impedantie van de universeelmeter - meestal enkele MegaOhms. Daarom meet je maar 0.26V. Frank berekende dat de spanning over de andere diode dan 4.2V zou moeten zijn. Dat klopt. Maar zou je de spanning over de andere diode in sperrichting meten, dan meet je daar ook 0.26V! Dat betekent niet dat de spanning over de twee dioden 0.52V is, maar dat in dat geval de 4.2V nu over de andere diode staat. Je verandert alleen de spanningsdeler. De enige manier om dit goed te meten, is de spanning over alle dioden die in sperrichting staan te meten, niet per diode. Overigens wordt dit principe ook gebruikt bij hoogspanningsgelijkrichters: er worden dan meerdere dioden in serie gezet waarbij een weerstand van bv. 100k over elke diode wordt gezet om de verschillen van de diodes weg te werken. Zo wordt een gelijke verdeling van de spanning over alle dioden bewerkstelligd.

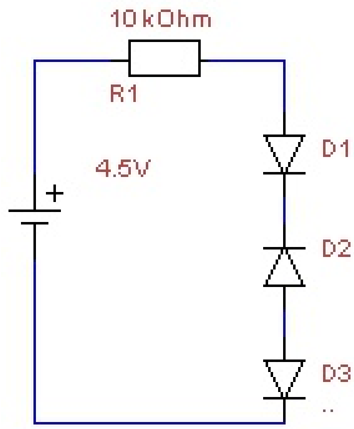


Fig. 4-5

Wat gebeurt er als alleen D2 in sperrichting wordt gemonteerd (dus D1 en D3 in doorlaatrichting)? Zie fig 4-5. Hiervan ook weer de spanningen gemeten. Allereerst de spanning gemeten over alle diodes (dus tussen R1 en D1) => 4.75V. Vervolgens de spanning over D2+D3 gemeten. Deze was ongeveer 4.5V.

Ud3 was 0.02V. Dit is interessant. Lekstroom vanuit D2? Zou m.i. kunnen. Bij een hele kleine stroom heb je een hoge weerstand in een diode, dus een hele lage “doorlaatspanning”. Om toch eens de invloed van R1 te bekijken heb ik deze vervangen door een 100 ohm exemplaar. Ik meet echter nagenoeg dezelfde waardes. Kennelijk maakt de waarde van de weerstand dus niet uit als er een diode in sperrichting staat.

Wat als alle diodes in sperrichting staan? De spanning gemeten over alle diodes gaf weer 4.75V. Geen stroom = dus geen spanningsval over de weerstand. Logisch. Spanning over D2 + D3? Deze was ongeveer 0.3V. Ok. Vreemd. Wat ik nog vreemder vind is dat ik hetzelfde gemeten heb over D3 en Ud2 was 0v. Nu snap ik er helemaal niks meer van. Toch uit nieuwsgierigheid schakelingetje 4-6 opgebouwd. D1 en D2 in sper en D3 in doorlaat. Waarom? Gewoon voor de fun.

Wederom eerst de spanning over alle diodes gemeten => 4.75V. Precies zoals verwacht. Ud2+Ud3 gemeten. Deze was 0.0V. Gezien mijn metingen met alle diodes in sper was dit niet wat

ik had verwacht. Kennelijk heeft dan D3 in doorlaat toch invloed. Hoe? Geen idee. Dan zal Ud3 ook wel 0.0V zijn. Wie schetst mijn verbazing dat dit 0.25V blijkt te zijn? Nu snap ik het niet alleen meer, ik begrijp er ook niks meer van.

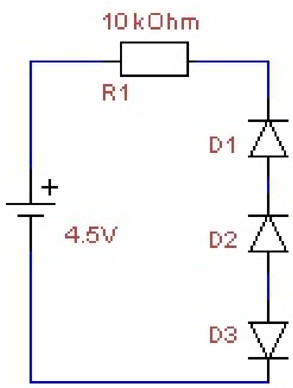


Fig. 4-6

Het gedrag van meerdere diodes in sperrichting gaan mijn pet helaas te boven. Kennelijk gebeuren er dingen die ik over het hoofd zie. Diverse bronnen op internet helpen me ook niet echt verder. Mocht iemand suggesties en verklaringen hebben, houd ik me aanbevolen (PA5FJM@veron.nl).

(Het is allemaal wel te verklaren. Laten we de dioden in sperrichting eens bekijken. Volgens het datasheet van de 1N4007 heeft deze een lekstroom van 5µA bij 20 graden en zijn maximum Rated Voltage (de maximum sperspanning van een 1N4007 is 1000V). Als we de weerstand uitrekenen van deze combinatie, kom je op 1000/0,000005 en dat is 200MΩ. Veronderstellen we die weerstand statisch, dan loopt er dus bij 4,5V een stroom van 22,5nA (0,0225µA). Zelfs het aanraken van de dioden in sperrichting heeft dus al invloed op de stroom, omdat de huidweerstand veel lager is dan 200MΩ. Een goede universeelmeter heeft een ingangsimpedantie van ca. 10MΩ. Als je die parallel zet aan 200MΩ, blijft er ca. 9.5MΩ over. Vervang de dioden door weerstanden en reken de spanningen uit, en je zal zien dat Frank's metingen kloppen. Meten over een diode in sperrichting is dus eigenlijk op deze manier niet mogelijk -red)



Afdelingsnieuws

Het iGate project

Goede vakantie gehad allemaal? Wij gaan er in elk geval weer vol tegenaan. Tijdens de zomer is de inschrijving voor het iGate project gestart en momenteel staat de teller op 21 enthousiastelingen die het APRS netwerk een extra boost gaan geven. We houden de inschrijving voor dit project nog een weekje open, zo tot de tweede week september, en dan gaan we pakketten samenstellen. Wil je nog meedoen, wacht dan niet te lang met inschrijven. De printen zullen nog wel een tijdje verkrijgbaar blijven want we bestellen er een stel extra, maar de bouwpakketten zijn echt maar eenmalig. Nog 1x de URL:

https://www.pi4raz.nl/iGate

Varistors

Nog even een woord over varistors. Ik begin een steeds grotere hekel te krijgen aan die dingen. Opa Vonk schreef daar al eens een artikel over in de RAZzies van Oktober 2015. En deze week had ik er weer een. Op een avond bij het naar bed gaan bleek de wekker annex X10 controller geen beeld meer te geven. Die zit in een wit kastje, en de plek waar het netsnoer het kastje verlaat was zwart geblakerd. Dat zag er in eerste instantie niet goed uit. Na het uit elkaar halen van het ding, bleek bij het ingangsfilter, waar de 120kHz gescheiden wordt van de net-



transformator, een zwarte klont te zitten die versmolten was met een separaat klein zwart kastje waar het filter in zat, en aan de andere kant vastgesmolten was aan een ontkoppel-condensator. Met een mesje werkte ik de zwarte klont los en na het desolderen bleken dat de restanten te zijn van een varistor. Zo'n ding is bedoeld om spanningspieken in het lichtnet op te vangen, maar ze worden nogal eens te krap berekend. Alweer: lees het artikel in de RAZzies van Oktober 2015. Ook deze had kennelijk last gehad van het thermal runaway effect en was compleet in de brand gevlogen. Nog een mazzel dat het huis niet afgefikt is. Uiteindelijk is het printspoortje dat hier als zekering dienst deed, verdampt, waardoor het proces gestopt is.

Ik heb het netsnoer een stukje ingekort (want daar was de isolatie afgebrand), opnieuw gemonteerd, en de verdampte printspoor vervangen door één adertje van een stukje tweelingsnoer. Dat is apehaar, en gaat vast ook wel in rook op als er ooit nog wat mis gaat in die klok/wekker/controller. Moraal van het verhaal: kom je zo'n ding ooit ergens tegen tijdens onderhoud of reparatie van een apparaat, verwijder ze preventief. In Nederland voegen ze niets toe met ons stabiele lichtnet, en uiteindelijk gaan die dingen een keer in de fik, wat een veel groter risico met zich meebrengt dan een piekje op het lichtnet. Of vervang ze door een exemplaar met een hogere doorslagspanning (minimaal 350V).

AM-piraat?

Luisteren jullie nog wel eens op de middengolf? Ik wel. Er gebeurt best een hoop met die frequenties die nu her en der vrijgegeven worden voor diverse vermogens. Ik luisterde altijd op 1485kHz naar Jos PA1JOS die daar een omroepzender van 1W had. Meestal pikte ik 'm op als ik op de A12 richting Den Haag het benzinestation Knorrestein voorbij was, en kon ik 'm horen tot ik ongeveer de Schaapweg in Rijswijk op reed. Jos heeft inmiddels een machtiging voor 100W op 1395kHz, maar die 100W doet het niet heel veel beter dan zijn 1W (of was dat geen 1W?) op 1485kHz.

Wat zéker geen 1W is, is de zender die sinds een maand of 2 neergestreken is op 1485kHz. Die pak ik in de auto op ruim voor de afslag Oudewater als ik vanaf Utrecht naar huis rijd, en die is ruisvrij tot ik voor de deur sta. Je kunt mij een hoop vertellen, maar dat is geen 1W. Ik heb zelf experimenten gedaan met 1W in mijn dipool, en ok, dat is zeker niet de beste antenne voor de middengolf. Maar het AT geeft die 1485kHz niet voor niets om de km opnieuw uit. Het heet in Amerika daarom ook wel Backyard Broadcasting. Veel verder kom je niet. Het gevolg is nu dat er op die frequentie in delen van Utrecht en Zuid-Holland niets anders meer te horen is dan die piraat. En als die nou nog fatsoenlijke muziek draaide...

Voor een complete lijst met alle middengolf-zenders en vermogens, zie:
https://www.radio-tv-nederland.nl/am/am.html

Afdelingsbijeenkomsten

De zomer zit erop voor de meesten van ons: en dat betekent dat we ons gewone ritme weer oppakken. In elk geval tot de kerst. Dat ritme is dat we elke tweede en vierde woensdag van de maand bij elkaar komen in ons clubhuis dat we delen met de Minigolf Zoetermeer. In september zijn dat de woensdagen 11 en 25 september. Vanaf 20:00 is ons clubhuis dan weer geopend om onder het genot van Piet's beroemde koffie kennis te nemen van de laatste ontwikkelingen op het gebied van projecten, filters, historische apparatuur en wat verder ter tafel komt. Letterlijk. En daar komen nu natuurlijk ook nog even de vakantie ervaringen bij. Een aantal clubleden houdt tijdens de vakantie altijd contact via 40m, en dit jaar hebben we de signalen ontvangen uit Zweden (PA0OKC met camper), Oostenrijk (PA3HK hoog en droog in de bergen) en Frankrijk (PE0MGB met stormankers en bliksemafleiders op de camping). Maar vanaf nu zitten we weer gewoon om 21:30 op de Zoeter-meerse repeater. We zien jullie de 11e weer!